

# *Mejora continua de procesos en Thyssenkrupp Norte: Estandarización de útiles y equipos de trabajo e Implantación 6S*



Universidad de  
Oviedo



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE  
GIJÓN**

**MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**



thyssenkrupp

**THYSSENKRUPP NORTE**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**MEJORA CONTINUA DE PROCESOS EN THYSSENKRUPP  
NORTE: ESTANDARIZACIÓN DE ÚTILES Y EQUIPOS DE  
TRABAJO E IMPLANTACIÓN 6S**

**AUTOR: PABLO VINJOY RODRÍGUEZ**  
**DIRECTOR: Francisco Javier Puente García**  
**CODIRECTOR: Adrián Castro López**

**FECHA: JULIO 2020**



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
1.1.- Descripción del proyecto.....	5
1.2.- Objetivos .....	6
1.3.- Estructura de la memoria.....	7
<b>2. ESTADO DEL ARTE</b> .....	8
2.1.- Mejora continua. Metodología Lean .....	8
2.1.1.- El Sistema de Producción de Toyota .....	9
2.2.- Otras herramientas de mejora continua .....	11
2.2.1.- Implantación 5S .....	11
2.2.2.- Kaizen .....	13
<b>3. METODOLOGÍAS APLICABLES</b> .....	15
3.1.- Metodología Lean .....	16
3.1.1.- Objetivos del Lean .....	17
3.1.2.- Principios del Lean .....	17
3.1.3.- Herramientas .....	18
3.2.- Just In Time (JIT).....	20
3.2.1.- Objetivos del JIT.....	20
3.2.2.- Fases del JIT .....	22
3.3.- Sistemas Kanban .....	23
3.3.1.- Objetivos del Kanban .....	24
3.3.2.- Tipos de tarjeta Kanban .....	24
3.3.3.- Fases del Kanban .....	26
3.4.- Jidoka .....	27

3.4.1.-	Objetivos del Jidoka .....	28
3.4.2.-	Fases del Jidoka .....	28
3.4.3.-	Herramientas relacionadas con el Jidoka.....	29
3.4.3.1.-	Poka-yokes.....	29
3.4.3.2.-	Andon .....	31
3.5.-	Kaizen.....	31
3.5.1.-	Objetivos del Kaizen.....	32
3.5.2.-	Fases del Kaizen .....	33
3.5.3.-	Herramientas relacionadas con el Kaizen.....	34
3.6.-	Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	34
3.6.1.-	Objetivos del TPM.....	35
3.6.2.-	Fases del TPM .....	36
3.7.-	SMED.....	37
3.7.1.-	Requisitos previos. Técnicas de ayuda .....	38
3.7.2.-	Objetivos del SMED.....	38
3.7.3.-	Fases del SMED .....	39
3.8.-	Metodología 5S .....	40
3.8.1.-	Objetivos 5S.....	41
3.8.2.-	Principios 5S.....	42
<b>4.</b>	<b>APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS AL PROYECTO.....</b>	<b>44</b>
4.1.-	Estandarización de útiles y equipos de trabajo.....	45
4.1.1.-	Estado previo. Análisis de la situación .....	46
4.1.2.-	Fases de la Estandarización de útiles y equipos de trabajo .....	48
4.1.3.-	Útiles y equipos de trabajo estandarizados .....	57
4.1.3.1.-	Barandilla de taller.....	57
4.1.3.2.-	Estantería de materiales y piezas .....	63

4.1.3.3.-	Protector de esquinas .....	67
4.1.3.4.-	Panel 6S .....	71
4.1.3.5.-	Estructura Panel 6S .....	75
4.1.3.6.-	Soporte Útiles de limpieza.....	79
4.1.3.7.-	Carro Etapa 1 .....	84
4.1.3.8.-	Escalera Útil de Claas .....	89
4.2.-	Implantación 6S.....	95
4.2.1.-	Estado previo. Causas de implantación .....	96
4.2.2.-	Metodología 6S. Plantillas y hojas de información .....	98
4.2.3.-	Zonas de implantación .....	109
4.2.3.1.-	Panel 6S .....	109
4.2.4.-	Resultados.....	112
4.2.4.1.-	Supervisión y control .....	116
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>117</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y EXTENSIONES FUTURAS</b> .....	<b>119</b>
6.1.-	Conclusiones .....	119
6.2.-	Extensiones futuras .....	121
<b>7.</b>	<b>PRESUPUESTO</b> .....	<b>122</b>
7.1.-	Diagrama de Gantt .....	123
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>126</b>
<b>ANEXO I</b>		



# 1. Introducción

## 1.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Hoy en día, todas las empresas buscan crecer y expandirse, convirtiéndose en líderes de su sector, logrando así sobrevivir a la alta competencia global. Por esta razón, las empresas actuales necesitan adoptar una serie de técnicas tanto organizativas como de producción que les permita mejorar día tras día.

Además, el mundo de las empresas se encuentra en un continuo cambio y desarrollo. Esto unido a la necesidad de satisfacer las diferentes demandas de los clientes, hacen que las empresas deban estar abiertas a continuos cambios, garantizando una alta flexibilidad.

Otro factor influyente en los resultados de las empresas y que también conviene mencionar, es la necesidad actual por parte de estas de mejorar las capacidades y el compromiso de los trabajadores.

Por tanto, nos encontramos actualmente en un momento en el que las empresas se encuentran obligadas a mejorar constantemente, tanto en los propios procesos y organización, como en el desarrollo y desempeño de sus trabajadores. Surge de esta forma la necesidad de recurrir a metodologías y técnicas que permitan una mejora continua en las empresas.

Es en este aspecto de mejora continua en el que se centra el presente Trabajo Fin de Máster, realizando en un primer lugar un estudio y análisis de las diferentes metodologías y técnicas de mejora continua aplicables, para posteriormente realizar su implantación en la empresa Thyssenkrupp Norte, empresa donde el alumno ha llevado a cabo dicho proyecto.

## 1.2.- OBJETIVOS

En base a la descripción del proyecto anteriormente expuesta, el objetivo fundamental de este trabajo consiste en el estudio, análisis e implantación de metodologías y técnicas de mejora continua en la empresa Thyssenkrupp Norte. Para llegar a alcanzar este objetivo general, se han de conseguir unos objetivos particulares. Estos objetivos particulares son los siguientes:

- Estudiar e investigar las diferentes metodologías y técnicas de mejora continua empleadas histórica y actualmente en las empresas, permitiendo así su comparación y posterior elección de las más beneficiosas para el proyecto.
- Analizar las relaciones existentes entre dichas metodologías, permitiendo así emplearlas de forma conjunta.
- Realizar un proceso de estandarización de los principales útiles y equipos de trabajo del proceso productivo.
- Reunir en la BBDD de la empresa toda la documentación e información de los diferentes útiles y equipos de trabajo, permitiendo disminuir los costes y el tiempo de búsqueda de materiales y equipos.
- Conseguir condiciones de trabajo organizadas, ordenadas y limpias, garantizando un entorno de trabajo eficiente y productivo en las diferentes áreas y departamentos de la empresa.
- Reforzar los hábitos de comportamiento y compromiso de los trabajadores en relación a la mejora continua.
- Aumentar la seguridad en la empresa, disminuyendo los riesgos a los que los trabajadores se encuentran expuestos.

### 1.3.- ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

Tras este primer capítulo, donde se ha realizado una introducción al tema del presente proyecto y se han descrito sus objetivos, se expone en el segundo capítulo el estado del arte, realizando una revisión bibliográfica en torno al tema tratado.

Posteriormente, en el tercer capítulo, se presentan las diferentes metodologías y técnicas que emplean las empresas en la actualidad para conseguir una mejora continua en los procesos. Para ello se definen dichas metodologías, indicando sus principales objetivos, beneficios y sus diferentes fases de implantación.

El cuarto capítulo, se centra en el estudio e implantación de dichas metodologías de mejora continua. Por un lado, se realiza una estandarización de los útiles o equipos de trabajo del proceso productivo, realizando un análisis del estado previo y exponiendo las principales causas que han llevado a la empresa a tomar dicha decisión de implantación. Además, se describen las diferentes fases y herramientas necesarias para llevar a cabo la estandarización, así como una explicación específica del proceso para cada útil. Por otro, lado se describe el análisis previo y las causas de implantación de la metodología 6S, para posteriormente, explicar las diferentes etapas y resultados obtenidos. También se describen en este apartado los diferentes medios empleados para la supervisión.

Finalizado lo anterior, en el quinto capítulo, se exponen una serie de resultados y beneficios obtenidos tras la aplicación de dichas metodologías de mejora continua.

Posteriormente, el sexto capítulo, muestra las diferentes conclusiones alcanzadas tras la realización del presente Trabajo Fin de Máster, así como sus posibles extensiones futuras.

Finalmente se dispone el presupuesto asociado a este proyecto, junto con un diagrama de Gantt, relativo a la implantación de las metodologías aplicadas.

Por otro lado, también se dispone de un Anexo, donde se presenta todo lo relativo a la empresa Thyssenkrupp Norte (Actividad, ubicación, infraestructura, productos).

## 2. Estado del arte

Desde finales del siglo XX hasta la fecha, el mundo ha sufrido numerosos cambios que van desde la consolidación de los mercados hasta la revolución en la tecnología de la información y las comunicaciones [1].

Debido a la alta competencia global en la que se encuentran las empresas, estas necesitan adoptar técnicas organizativas y de producción que les permitan sobrevivir en el mercado actual.

Toda empresa quiere crecer, expandirse y ser líder de su sector, pero para conseguirlo debe lograr adaptarse a los cambios y desafíos del mundo real. Este mundo que se encuentra en un continuo cambio, desarrollo, crecimiento y expansión, obliga a las empresas a adoptar una organización extremadamente flexible y abierta a continuos cambios.

### 2.1.- MEJORA CONTINUA. METODOLOGÍA LEAN

Ante esta situación de competitividad surgió la conocida como tecnología o **metodología Lean**, la cual no solo consiste en la aplicación de un conjunto de técnicas y métodos en los sistemas y procesos de fabricación, sino que es una filosofía en sí, una cultura. Se define por tanto como una filosofía de trabajo orientada a la mejora continua de procesos y su optimización, a partir de la identificación y eliminación de las principales actividades que generan desperdicios [2].

Para hablar de esta metodología *Lean*, conviene enmarcarse en la industria del automóvil, donde destaca especialmente un fabricante cuya historia se encuentra íntegramente relacionada con esta tecnología, la empresa Toyota.

La metodología *Lean* fue concebida en Japón por Taiichi Ohno [3], director y consultor de la empresa Toyota. Ingresado en 1937, Ohno observó que antes de la guerra, la productividad japonesa era muy inferior a la estadounidense. Después de la guerra, Ohno visitó los Estados Unidos, donde estudió a los principales pioneros de productividad y reducción de desperdicio del país como Frederick Taylor y Henry Ford [4].

Es en torno al 1976 en el libro “*La máquina que cambió el mundo*” donde aparece este término de metodología *Lean* por primera vez [5], coincidiendo con el fin de los días dorados de la fabricación de automóviles en masa en los EE.UU a consecuencia de la bancarrota.

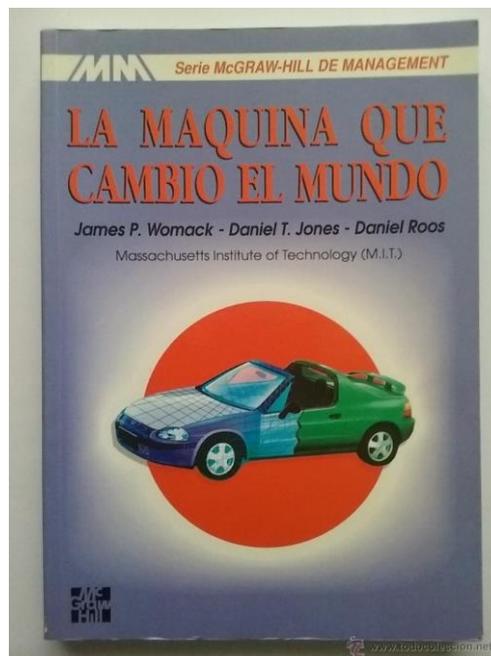


Figura 2.1. Libro “*La máquina que cambió el mundo*”.

### 2.1.1.-El Sistema de Producción de Toyota

De esta forma Toyota ha sido reconocido como líder en la manufactura de automóviles y la industria de la producción, en gran medida gracias a su *SPT (Sistema de Producción Toyota)*. Este sistema se encuentra basado, entre otros, en dos grandes pilares conocidos como: *Just in Time* y *Jidoka*.

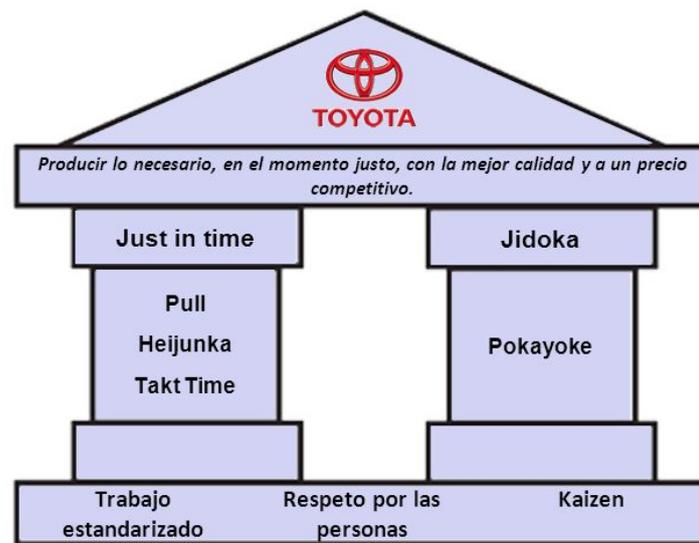


Figura 2.2. Estructura del SPT (Sistema de Producción Toyota).

El primer gran pilar, conocido como filosofía **Just in Time (JIT)**, se encuentra basado en el empleo de técnicas y métodos que buscan la calidad total, la eliminación de desperdicios y la integración de los recursos humanos [6]. En otras palabras, significa producir solo lo necesario, en el momento justo y en la cantidad necesaria. Todo esto permite que el sistema de producción y de distribución sea flexible en todo momento.

En relación con esta filosofía son muy empleados y conocidos los sistemas denominados *Kanban*, los cuales son implementados en muchas empresas. Estos sistemas se basan en señales, empleando habitualmente una especie de tarjetas para señalar la necesidad de un artículo, facilitando así el trabajo del operario y mejorando su eficiencia [6].

En cuanto al segundo pilar, conocido como **Jidoka**, hace referencia a un autocontrol de calidad, donde si se detecta una anomalía en el proceso, este se detendrá, impidiendo que las piezas defectuosas avancen de fase en el proceso [7].

Para realizar este control conviene destacar los conocidos comúnmente como *Poka-yokes* [8], los cuales fueron introducidos por el ingeniero Shigeo Shingo en la empresa Toyota. Estos denominados *Poka-yokes* ya existían con anterioridad, sin embargo, no fue hasta su introducción en dicha empresa cuando se convirtieron en una técnica común para el

control de calidad. Estos son empleados generalmente para evitar los errores humanos en los procesos, antes de que estos se conviertan en defectos.

Este *Sistema de Producción de Toyota (SPT)* empezó a ser compartido por la empresa en torno a 1990, debido al gran interés que mostraban por él otras organizaciones. Otro gran aspecto a destacar por parte de la empresa Toyota ha sido la ayuda prestada a varias organizaciones mediante el empleo de sus técnicas y equipos de ingeniería, como por ejemplo la ofrecida al Banco de Comida de la Ciudad de Nueva York, con el objetivo de disminuir los tiempos de espera en las cocinas y en los bancos de comida.

## 2.2.- OTRAS HERRAMIENTAS DE MEJORA CONTINUA

### 2.2.1.-Implantación 5S

Otra herramienta totalmente necesaria e imprescindible, relacionada con la metodología *Lean* y empleada actualmente tanto en Pymes como en grandes empresas con el objetivo conseguir un creciente y continuo desarrollo, es la denominada **implantación 5S**. Esta técnica fue también desarrollada por Toyota para conseguir una mejora continua y duradera en el nivel de organización, de orden y de limpieza, además de aumentar la motivación del personal.

Mediante su aplicación las empresas logran eliminar despilfarros que no aportan valor al producto final, es decir, aquello por lo que el cliente está dispuesto a pagar. Esto se consigue mediante la implantación de un estándar de orden y limpieza en los puestos de trabajo, estableciendo unas rutinas básicas de mantenimiento para cada puesto [7].

Esta técnica se conoce actualmente como *5S* por provenir de los términos japoneses:

- Seiri: clasificar, organizar, descartar.
- Seiton: sistematizar, ordenar.
- Seiso: limpiar.

- Seiketsu: simplificar, estandarizar.
- Shitsuke: mantener el proceso, disciplinar.



Figura 2.3. Implantación 5S.

Un ejemplo de implantación de las 5S puede observarse en la empresa llamada EPP, empresa dedicada a la fabricación de productos plásticos. Esta implantación se encuentra descrita en el libro *“Mejoramiento del área de mezcla de plastisol de una empresa de productos plásticos mediante la aplicación de la metodología de las 5S”* [8]. El objetivo general de esta empresa era solucionar los problemas causados por la desorganización, desorden y falta de limpieza en una de las áreas de la empresa mediante la aplicación de esta metodología. Con ello se consiguieron objetivos específicos tales como, obtener un mayor espacio libre para la circulación de materiales, reducir en un 67% el tiempo de búsqueda de elementos (pasando de 33 a 11 segundos), y proporcionar una herramienta para evaluar el orden, la organización y la limpieza.

Otro nuevo ejemplo de implantación de esta metodología 5S tiene lugar en la empresa colombiana Staron Comercializadora E.U, dedicada a la fabricación de lámparas [9]. Esta empresa decidió adoptar esta metodología debido a la detección de una distribución no óptima del espacio, un exceso de tiempo en la búsqueda de materiales y una mala identificación de los mismos. Además, no contaba con un registro de la información del

proceso de producción. De esta forma la empresa consiguió una mejora continua, obteniendo un aumento en la calificación de las 5S en torno al 53%.

### 2.2.2.-Kaizen

Otro concepto ligado a la mejora continua es el conocido como ***Kaizen***. Masaaki Imai acuñó este término de *Kaizen* a mediados de los años ochenta [10], convirtiéndose en un elemento clave para la competitividad y revolución de las empresas japonesas como Toyota, Honda o Sony [11]. No obstante, y a pesar del tiempo que ha pasado hasta el momento, todavía sigue existiendo en la literatura cierta ambigüedad sobre este término.

El *Kaizen* permite un cambio y mejora continua, haciendo posible que la empresa sea “mejor que hoy, pero peor que mañana”, lo cual supone eliminar los desperdicios de los sistemas productivos, desarrollando una cultura participativa de todos los empleados.

Un claro ejemplo del empleo de esta metodología *Kaizen* se observa en la empresa Bimbo del Salvador, donde se realizó la implementación de esta cultura de mejora continua en las áreas de producción de pan y bollería [12]. En este caso, la empresa optó por la identificación, corrección y eliminación de los desperdicios dentro de los procesos de dichas áreas de producción. De esta forma se consiguieron ciertos beneficios como la reducción de los costes y una mejora de la productividad y flexibilidad de los procesos, dando lugar al incremento de la satisfacción del cliente.

Si bien dentro del sector automovilístico la empresa más conocida por el empleo de estas metodologías de mejora continua es Toyota, otras empresas como Ford también adoptaron esta filosofía *Kaizen* en 2006, haciendo sus procesos más eficientes mediante la reducción de tiempos y la corrección de las acciones repetitivas [13].

Otro ejemplo de *Kaizen* tiene lugar en la empresa Nestlé, donde el empleo de esta metodología de mejora continua permitió reducir los tiempos en la búsqueda de materiales empleados en cada proceso de producción, además de lograr una óptima distribución del espacio de la fábrica [14].

Por último, conviene destacar que el empleo de diferentes metodologías de mejora continua por parte de las empresas durante los últimos años, ha resaltado la actual necesidad de las empresas de formar e integrar tanto a trabajadores como a proveedores dentro de esta dinámica de mejora continua y optimización, a través de programas de formación. Es por tanto en este aspecto donde las mayores compañías pueden permitirse ofrecer estos programas de formación a sus empleados, obteniendo un resultado más notable.

Todas estas metodologías, disciplinas y términos relacionados con la mejora continua de procesos y optimización, se explican de una forma concisa y con mayor detalle en el apartado 3. *Metodologías aplicables*.

## 3. Metodologías aplicables

La evolución de los mercados y la necesidad de mejorar cada día, unidas a la importancia de satisfacer a las distintas partes interesadas influyentes en las actividades empresariales, obligan a pensar en gestionar y mejorar los procesos día tras día.

De esta forma, la gestión de las empresas debe perseguir fundamentalmente el desarrollo de una cultura orientada a la mejora continua, la sistematización de los procesos, el trabajo en equipo y la implicación de todo el personal.

Existen numerosos procedimientos, metodologías y herramientas que permiten gestionar y obtener resultados en la mejora de procesos empresariales, atendiendo a las características de cada empresa.

Este capítulo se centra en la identificación de las principales metodologías y herramientas aplicables, para lograr obtener dicha mejora continua de procesos, haciendo a la empresa más competitiva día tras día. También se definen y exponen con este objetivo, todas las metodologías relacionadas con la estandarización de los útiles y equipos del taller de trabajo, permitiendo de esta forma la mejora continua a través de la reducción de tiempos y costes futuros.

Para exponer de una forma clara, concisa y ordenada todas estas metodologías, se define en primer lugar la conocida como metodología *Lean*, que podría considerarse como el origen de todas ellas, para posteriormente centrarnos en las principales vertientes y herramientas que la siguen, así como otras metodologías estrechamente relacionadas entre sí. Todas ellas poseen una enorme importancia, ya que para lograr un buen resultado es fundamental emplearlas de forma conjunta.

### 3.1.- METODOLOGÍA LEAN

Una de las metodologías más destacables y aplicables a este proyecto es la tecnología *Lean*. Esta es una filosofía de trabajo, orientada a la mejora continua de procesos y su optimización, a partir de la identificación y eliminación de las principales actividades que generan desperdicios [15].

Su empleo se basa en la aplicación de diferentes herramientas para obtener una mejora continua, reduciendo costes y mejorando la calidad del producto a través de la detección y solución de los problemas desde su origen. Todo ello contribuye a aumentar la productividad de la empresa, obteniendo una alta flexibilidad y permitiendo producir rápidamente una amplia variedad de productos sin sacrificar la eficiencia.

*Lean manufacturing se fundamenta en la reducción del desperdicio y en la calidad de los productos a través del compromiso de cada uno de los integrantes de la organización (Contreras & Galindo, 2008) [16].*



Figura 3.1. Estructura de la metodología Lean.

Conviene destacar de nuevo en este punto, la importante y necesaria labor que tienen las empresas para formar e integrar tanto a trabajadores como a proveedores dentro de esta dinámica de mejora continua y optimización, a través de los conocidos como programas de formación, ya que los resultados obtenidos dependerán en gran medida de ello.

### 3.1.1.-Objetivos del Lean

Los objetivos del *Lean* van encaminados a la búsqueda de la excelencia y eficiencia en la fabricación. Estos objetivos se muestran de una forma resumida a continuación:

- Eliminar el desperdicio.
- Aumentar la calidad.
- Reducir los costes.
- Incrementar la productividad y rentabilidad.
- Reducir los tiempos de preparación y reacción.
- Disminuir el tiempo de entrega.
- Crear mecanismos sencillos que permitan la detección de errores de una forma rápida y sencilla.
- Organizar y mejorar el ambiente laboral.
- Educar y formar a los trabajadores para que participen en los programas de innovación y creación de ideas.

### 3.1.2.-Principios del Lean

El modelo *Lean* ha ido evolucionando con el paso del tiempo para adaptarse a nuevas aplicaciones, pero siempre apoyándose fundamentalmente en cinco principios. Estos principios buscan la mejora y agilización del proceso, así como la eliminación de las actividades que no le agreguen valor al producto [17]. Estos principios se pueden observar en la *Figura 3.2*.



Figura 3.2. Principios del Lean.

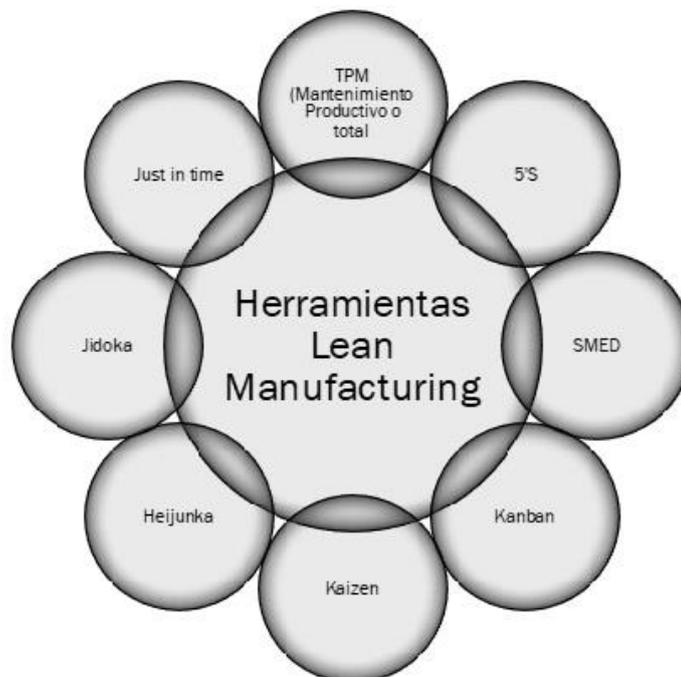
- El **primer principio** consiste en identificar y definir el valor desde el punto de vista del cliente, por lo que es necesario dar gran importancia a lo que el cliente quiere.
- En el **segundo principio** se identifica el proceso de mayor valor de la empresa, lo que permite eliminar las actividades que no generen valor.
- El **tercer principio** consiste en obtener un flujo continuo a través de todas las fases del proceso, desde la materia prima hasta el consumidor final.
- El **cuarto principio** se encuentra basado en el empleo del sistema denominado como *sistema pull*, produciendo solo aquello que el cliente demanda.
- El **quinto principio** se encuentra basado en la mejora continua, persiguiendo la perfección y la eficiencia.

### 3.1.3.-Herramientas

Existen una serie de metodologías o herramientas relacionadas con la metodología *Lean*, cuyo objetivo principal consiste en la obtención de una mejora continua a través de la reducción de tiempos y costes, junto al incremento de la productividad y eficiencia de la empresa.

Muchas de estas metodologías o herramientas son descritas con mayor detalle en los siguientes subapartados de este capítulo. Entre estas herramientas y metodologías destacan:

- ❖ **Just in Time (JIT)**
- ❖ **Sistemas Kanban**
- ❖ **Jidoka**
- ❖ **Poka-yokes**
- ❖ **Andon**
- ❖ **Kaizen**
- ❖ **Mantenimiento Productivo Total (TPM)**
- ❖ **SMED**
- ❖ **5S**



*Figura 3.3. Herramientas relacionadas con la metodología Lean.*

También existen una serie de tácticas para desarrollar la metodología *Lean*, las cuales conviene destacar, ya que son empleadas habitualmente en las empresas debido a sus beneficios a la hora de desarrollar diferentes aspectos del *Lean Management*. Dichas tácticas se enumeran a continuación. Sin embargo, el presente proyecto no se centra en ellas, ya que no se encuentran directamente tan relacionadas con la mejora continua de los procesos productivos.

- ❖ Diagrama de Pareto
- ❖ Diagrama de Gantt
- ❖ Matriz DAFO

### 3.2.- JUST IN TIME (JIT)

Para hablar de la metodología *Lean*, es necesario detenerse para definir el método denominado *Just in Time*, uno de los pilares básicos sobre los que se basa este sistema de mejora continua. El *Just in Time* más que un método de planificación y control, es una filosofía, un proceso de mejora continua que se encuentra basado en el empleo de técnicas y métodos que buscan la calidad total, la eliminación de desperdicios y la integración de los recursos humanos [6]. En otras palabras, busca producir sin problemas de calidad, en la cantidad requerida y en el tiempo justo [18]. Con todo ello se busca la mejora continua, el incremento de la flexibilidad y la adaptación a las necesidades del mercado, cualidades importantísimas para cualquier empresa del mundo actual.

#### 3.2.1.-Objetivos del JIT

- **Cero Stocks**

El *JIT* trata de reducir al máximo posible el inventario, considerándolo como una de las fuentes de despilfarro, eliminando de esta forma los problemas de espacio. Además, en el caso de realizar un exceso de producción para cumplir con los

stocks, es necesario una mayor inversión en recursos y mano de obra, originando un coste para la empresa, por lo que el *JIT* opta por esta reducción del inventario.

- **Cero defectos**

Se buscan productos de excelente calidad. De esta forma el *JIT* propone solucionar los problemas que ocurran en el momento, evitando que se propaguen por las etapas siguientes del proceso. Para obtener esta calidad máxima es necesario contar con distintos programas que garanticen dicha calidad, así como con una amplia implicación por parte de los trabajadores a lo largo de los diferentes niveles de la empresa.

- **Cero averías**

El *JIT* se propone evitar los retrasos o averías en máquinas, ya que pueden suponer grandes costes. Para ello es necesario invertir en la prevención de estas situaciones, ya que esto supone un coste menor que el de solucionar el problema una vez ya ha ocurrido.

- **Cero burocracias**

Se busca de una forma continua la simplicidad con sistemas o procesos más sencillos. Otra de las simplificaciones es realizar un layout óptimo, garantizando de esta forma un flujo continuo, rutas unidireccionales y agrupando la fabricación por familias. Con todo esto se logra disminuir las tareas y costes administrativos.

- **Cero plazos**

Con el *JIT* se busca lograr una alta competitividad de la empresa. Uno de los factores claves para conseguirlo es el tiempo de entrega y envío, los cuales permiten en el caso de ser óptimos, un aumento de la satisfacción por parte del cliente. Es en este aspecto donde también tiene gran influencia el *JIT*, mediante la aplicación de diversas técnicas o herramientas que reducen estos tiempos, haciendo a la empresa más eficiente y competitiva.

### 3.2.2.-Fases del JIT

La implantación de este sistema *JIT* es un proceso largo y complejo, que se puede dividir en las siguientes cinco fases [19].



Figura 3.4. Fases del JIT.

#### 1. Poner el sistema en marcha

En esta primera fase los directivos de la empresa se reúnen y tratan diversos temas, con el objetivo de decidir si se implanta este sistema o no.

#### 2. Educación

En este punto se proporciona información a toda la empresa. Por tanto, todos los trabajadores deben recibirla, por ejemplo, a través de diversos programas de formación. Además, al tratarse de un proceso de mejora continua, los trabajadores deben recibir nueva información con cada cambio que se realice.

#### 3. Mejorar los procesos

La tercera fase tiene como objetivo mejorar los procesos. Para ello se introducen ciertos cambios, entre los que destacan: la inversión en el mantenimiento preventivo y la reducción del tiempo de preparación de las máquinas.

#### 4. Mejoras en el control

Esta fase, posterior a la implantación de mejoras en el proceso, consiste en la introducción de mejoras en el control de la producción, a través de diversos sistemas como pueden ser por ejemplo los sistemas *Kanban*.

## 5. Relación cliente-proveedor

Esta quinta fase consiste en introducir a proveedores y clientes dentro de la organización, para conseguir unas mejores relaciones y cubrir todas las posibles necesidades.

Además, es importante destacar que para poder realizar con éxito todas las fases de esta filosofía *JIT*, esta debe apoyarse en otras herramientas y realizarse en conjunto con otros sistemas y metodologías, algunos de los cuales son presentados en los siguientes apartados. Concretamente uno de los más relacionados con el *JIT*, como ya se ha comentado, son los denominados sistemas *Kanban*, los cuales consisten en medios de información visual que sirven de indicador para los operarios. Estos sistemas *Kanban* se explican con mayor detalle en el apartado 3.3.-*SISTEMAS KANBAN*.

### 3.3.- SISTEMAS KANBAN

Este tipo de herramientas o sistemas se encuentran estrechamente relacionados con el *JIT* (Ver apartado 3.2.-*JUST IN TIME (JIT)*), por lo que sirven de gran ayuda a la hora de aplicar esta filosofía. Por tanto, estos sistemas deben combinarse como ya se ha comentado con otras herramientas de mejora continua para obtener un mayor resultado.

El sistema *Kanban* es básicamente un sistema de control y planificación de la producción basado en tarjetas. Para ello, los empleados de cada proceso de fabricación retiran las piezas que necesitan del proceso anterior e informan de este consumo mediante el *Kanban*, fabricando solo las cantidades necesarias. De esta forma se sincroniza todo el flujo de producción entre cliente y proveedor [20].



Figura 3.5. Esquema del sistema Kanban.

### 3.3.1.-Objetivos del Kanban

Como ya se ha comentado el *Kanban* es un sistema ligado al *JIT* por lo que es esencial aplicarlo junto con otras herramientas provenientes de la metodología *Lean*. Entre sus objetivos particulares destacan:

- Minimizar el inventario.
- Mejorar la comunicación entre procesos.
- Prevenir el exceso de papeleo innecesario.
- Incentivar en el personal el mantenimiento de los procedimientos estandarizados.
- Hacer visible el control de flujo de material.

### 3.3.2.-Tipos de tarjeta Kanban

Como se ha comentado el *Kanban* emplea una serie de tarjetas que se pueden clasificar según la función que realizan en los distintos puestos de trabajos. Principalmente se distinguen 5 tipos, todos ellos descritos a continuación con sus respectivos ejemplos:

- **Kanban de producción:** Esta tarjeta se desplaza dentro de la misma estación como una orden de fabricación. Contiene información sobre los ítems a fabricar y su cantidad.

Referencia:	0701-10540223
Descripción:	Torpedo Metálico 12F
Línea de Producción:	Línea A-2
Tipo de Contenedor:	Metálica 400x400mm
Cantidad Contenedor:	104
Ubicación Almacén:	Sección 1
Operación de Producción:	20
Descripción de Producción:	Taladrar 34,5mm
Ubicación:	C-5

Figura 3.6. Kanban de producción.

- **Kanban de transporte:** Informa de una estación a otra de las necesidades de material para fabricar los ítems, así como del transporte de los ya fabricados.



Figura 3.7. Kanban de transporte.

- **Kanban de proveedor:** Empleado para enviar la orden de entrega de la materia prima al centro de fabricación.

O e-auto.com.mx Tarjeta KANBAN	
Número de Parte	
23455	
Marca	
Motopure	
Aplicación	
Nissan Tsuru 97-05 Filtro de aceite	
Cantidad a pedir	
80	
Proveedor	
Proy	Refacciones Unión
Tel	55 66 77 88
Fax	55 66 88 99
Cont	Juan López
Costo	
15.00	
Precio	
20.00	

Figura 3.8. Kanban de proveedor.

- **Kanban urgente:** Utilizado en casos de escasez o falta de un recurso determinado.

De a Planta nº3	Kanban de transporte			
	Almacén	3E5DRT5		
	Emplazamiento	F5-765		
	Artículo nº	4633635		
	Nombre	Barra	Tipo	H87HSY
	Capacidad Caja	23	1/34	

Figura 3.9. Kanban urgente.

- **Kanban de emergencia:** Empleado cuando se producen circunstancias no previstas a causa de un componente defectuoso o una avería en una máquina.

Orden de producción kanban		Proceso	
Almacén	Emplazamiento		
Artículo nº			
Denom. artículo			
Modelo coche	Capacidad contenedor		Emisión

Figura 3.10. Kanban de emergencia.

### 3.3.3.-Fases del Kanban

Para lograr una eficiente implantación del sistema Kanban, es necesario llevar a cabo 4 fases principales [21]:

- **Fase 1.** Formar a todo el personal e informar de los principios, reglas y beneficios del *Kanban*.
- **Fase 2.** Implementar el *Kanban* en los componentes con mayores problemas. De esta forma se persigue resaltar dichos problemas y facilitar una correcta fabricación.
- **Fase 3.** Implementar el *Kanban* en el resto de los componentes.
- **Fase 4.** Realizar una revisión continua del sistema *Kanban*.

### 3.4.- JIDOKA

Otro de los pilares fundamentales de la metodología *Lean* es el denominado *Jidoka*, herramienta que permite obtener productos de una excelente calidad. Esta misión es imprescindible en la actualidad debido a la alta competencia entre empresas, siendo necesario buscar esta excelencia con el objetivo de satisfacer completamente al cliente y diferenciarse de la competencia.

El significado literal del término *Jidoka* es “*Automatización con un toque humano*”. Por tanto, *Jidoka* puede definirse como una herramienta o método para realizar un autocontrol de calidad, lo que permite evaluar de una forma eficaz las piezas, y a su vez, aplicar sistemas de corrección para evitar que los errores vuelvan a producirse. Estos errores deben ser solucionados en el momento en que se producen, impidiendo que las piezas defectuosas avancen de fase en el proceso. [7] [22]

Ejemplos sencillos pueden ser sensores, que indican desde la capacidad máxima de carga de una máquina determinada, hasta la ubicación exacta donde debe colocarse la pieza en una matriz.

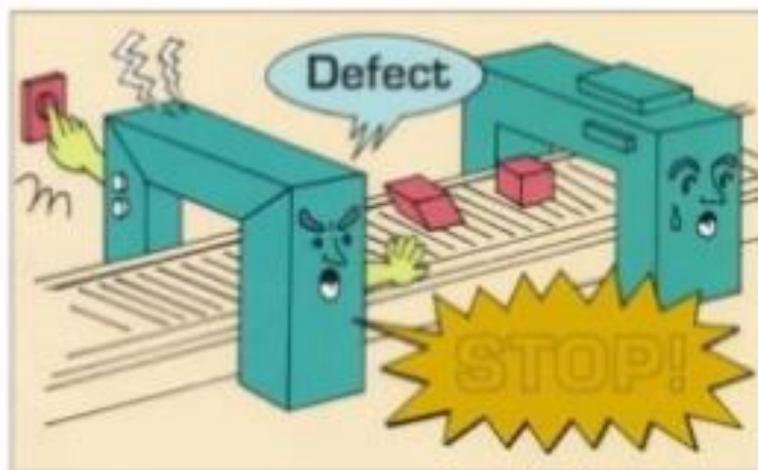


Figura 3.11. Ejemplo de Jidoka.

### 3.4.1.-Objetivos del Jidoka

Con esta técnica se permite alcanzar dos destacables objetivos o mejoras, que se apoyan a su vez en nuevas técnicas o herramientas. Estos objetivos se pueden resumir brevemente de la siguiente forma:

- Por un lado, se intentan eliminar los errores humanos, mediante el empleo de una herramienta conocida como *Poka-yokes* (Ver apartado 3.4.3.1.-*Poka-yokes*).
- Por otro, se dota a las máquinas de cierta capacidad para reaccionar en lugar del operario. De esta forma el operario no necesita estar constantemente pendiente de las máquinas para asegurar que están funcionando correctamente, lo que permite que un mismo operario pueda atender varias máquinas, aumentando así la productividad. En este segundo caso, es necesario contar además con un sistema que permita al operario comprobar rápidamente si todo está funcionando de forma correcta. Este sistema es conocido como sistema *Andon* (Ver apartado 3.4.3.2.-*Andon*).

### 3.4.2.-Fases del Jidoka

Para aplicar esta metodología los operarios deben disponer de los medios necesarios para identificar los problemas y evitar que los fallos se transmitan a etapas posteriores, por lo que deben ir verificando las distintas operaciones y en caso de que se produzca un problema, solucionarlo rápida y eficazmente [23].

De esta forma el proceso se puede descomponer en cuatro fases:

#### 1. Detectar la anomalía

En esta primera fase los operarios o las máquinas detectan cuando ocurre una situación anormal. Al detectar esta anomalía se genera una señal, normalmente por control visual, que avisa al resto de la línea de que existe un fallo o problema.

## 2. Parada

Como es lógico, es necesario evitar pérdidas producidas por una parada global de la línea. Para ello es recomendable, en la medida de lo posible, no detener la línea completa o producción al realizarse la parada, sino realizar únicamente la parada de la parte de la línea donde se ha producido el problema.

## 3. Corregir la anomalía

En esta fase se busca una solución al problema o fallo detectado, para llevarla a cabo y reanudar la marcha de la línea lo antes posible, evitando así posibles pérdidas.

## 4. Investigar la causa o raíz

Tras corregir el problema, se realiza un estudio sobre las posibles causas, estableciendo posteriormente las soluciones y medidas preventivas necesarias para que el problema no ocurra de nuevo en el futuro.

### 3.4.3.-Herramientas relacionadas con el Jidoka

Entre las herramientas más destacadas ligadas al *Jidoka* destacan las descritas en los dos siguientes subapartados.

#### 3.4.3.1.- Poka-yokes

Los *poka-yokes* son unas herramientas o sistemas que tratan de eliminar los errores humanos en los procesos, lo que permite alcanzar el objetivo de control de calidad cero defectos [24]. De esta forma su misión principal consiste en eliminar los defectos en un producto ya sea previniéndolos o corrigiéndolos lo antes posible, haciendo posible que los operarios se concentren en las actividades que se encuentran realizando [25]. Algunas utilidades de los *Poka-yokes* son:

- Asegurar la calidad en cada puesto de trabajo.
- Reducir o eliminar la posibilidad de cometer errores.
- Evitar accidentes causados por la distracción humana.

- Asumir acciones repetitivas o acciones que dependen de la memoria.
- Liberar la mente del trabajador, permitiéndole desarrollar su creatividad.

Estos sistemas *Poka-yoke* suelen ser sencillos y baratos, pudiendo ser clasificados en dos grandes grupos:

- **Poka-yoke de advertencia:** Constan de un elemento de advertencia que avisa al operador o usuario antes de que ocurra el error. Sin embargo, el hecho de que el mecanismo lo advierta no necesariamente significa que se evite el error.

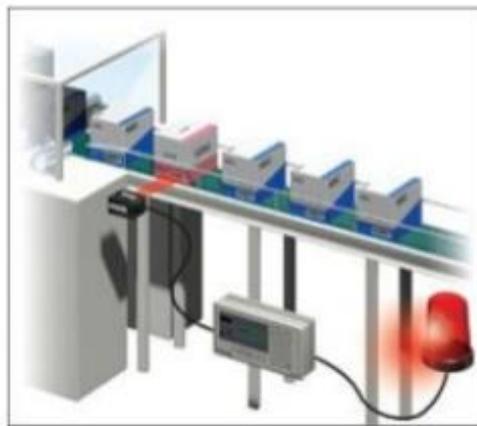


Figura 3.12. Ejemplo de Poka-yoke de advertencia.

- **Poka-yoke de prevención:** Con este tipo de elemento se busca eliminar completamente el error, empleando algún tipo de mecanismo que impida cometerlo.

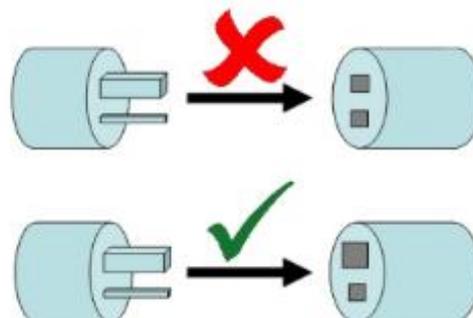


Figura 3.13. Ejemplo de Poka-yoke de prevención.

### 3.4.3.2.- Andon

Esta herramienta se basa en señales visuales, las cuales proporcionan información al operario en tiempo real sobre el proceso [26].

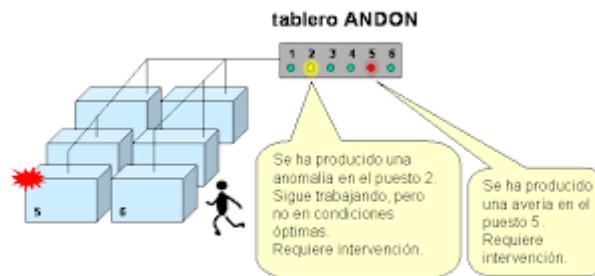


Figura 3.14. Ejemplo de sistema Andon.

Su empleo permite indicar la presencia de un problema mediante señales. Estas señales visuales y de audio son fácilmente identificables, permitiendo al operario visualizar si todo está funcionando de una forma correcta. (Ver Figura 3.14). Entre las principales utilidades de esta herramienta destacan:

- Mejorar la calidad.
- Reducir costos.
- Mejorar el tiempo de respuesta.
- Aumentar la seguridad.
- Mejorar la comunicación.

### 3.5.- KAIZEN

Hoy en día el *Kaizen*, pese a ser un término difícil de definir teniendo en cuenta todos los aspectos que abarca sobre la dirección de una empresa, se puede entender como una propia filosofía o metodología encaminada a la mejora continua.

Este término japonés *Kaizen* proviene de la unión de: “KAI” que significa cambio, y de “ZEN” que significa bueno, hacia lo mejor. Por lo que su significado conjunto da lugar a lo que actualmente se conoce como “mejora continua” [11].

Esta metodología busca eliminar los desperdicios y las operaciones que no le agregan valor al producto o a los procesos, haciendo especial hincapié en las necesidades de los clientes. De esta forma se busca reconocer los desperdicios y optimizar los recursos. Sin embargo, el *Kaizen* no busca cambios bruscos en un corto periodo de tiempo, sino que se entiende como un trabajo que ha de realizarse día a día, haciendo a la empresa “mejor que ayer pero peor que mañana” [27].

Para conseguirlo esta metodología se apoya en dos componentes esenciales: el mantenimiento y la mejora, siendo a su vez esencial para su correcta implantación la formación, concienciación y entrenamiento de todos los trabajadores en esta filosofía *Kaizen*. Es importante destacar que esta educación de los trabajadores permite que la empresa avance y mejore día tras día, debido a las aportaciones y participación de los mismos.

### 3.5.1.-Objetivos del Kaizen

La aplicación de la metodología *Kaizen* permite abordar los siguientes objetivos generales: [28]

- Reducción de desperdicios.
- Mejora de los procesos.
- Aumento de la productividad.
- Aumento de la eficiencia.
- Mayor grado de compromiso y participación de los trabajadores.
- Aumento de la calidad del producto.
- Aumento de la satisfacción del cliente.
- Optimización de la resolución de problemas.

### 3.5.2.-Fases del Kaizen

Esta metodología se encuentra basada en el ciclo de mejora continua, conocido como *PDCA*. Este ciclo de mejora continua se divide en cuatro fases resumidas a continuación:

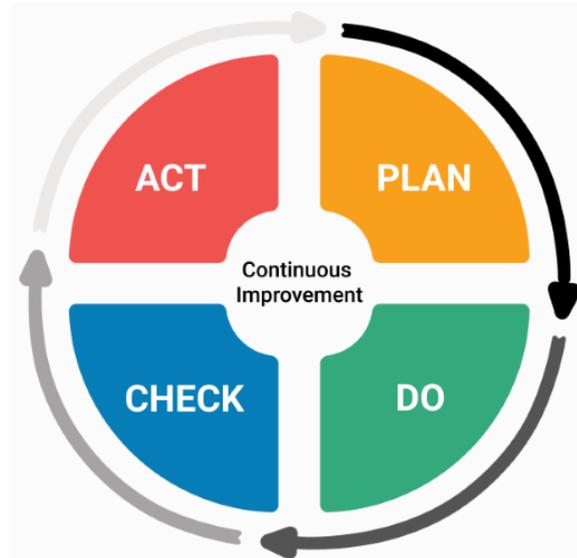


Figura 3.15. Ciclo PDCA del Kaizen.

#### 1. *Plan*. Planear

En primer lugar, se realiza un análisis de la situación actual, para posteriormente marcar uno o varios objetivos. Con ello se logra definir el problema y establecer el plan de acción que se llevará a cabo.

#### 2. *Do*. Hacer

Tras definir tanto el problema como los objetivos, es el momento de poner en marcha las acciones previamente definidas en el plan de acción.

#### 3. *Check*. Comprobar

En esta tercera fase se analizan los resultados obtenidos y se contrastan con la información inicial. En el caso en que los resultados obtenidos satisfacen los objetivos marcados, se avanza a la última fase, en caso contrario es necesario volver al inicio del ciclo.

#### 4. *Act. Actuar*

Es necesario recordar que este ciclo consiste un proceso de mejora continua, por lo que, si las acciones establecidas logran cumplir los objetivos, se procede a estandarizar dichas acciones para fijarlas en los procesos.

#### 3.5.3.-Herramientas relacionadas con el Kaizen

Para lograr una correcta y completa implantación de esta metodología de mejora continua *Kaizen*, esta debe apoyarse y combinarse con otras técnicas o herramientas relacionadas también con el *Lean manufacturing*. Entre ellas destacan especialmente la implantación *5S*, el *SMED* y el *TPM*. A continuación, se exponen unas leves pinceladas sobre dichas técnicas o herramientas.

- La metodología *5S* trata de crear unas condiciones de trabajo organizadas y limpias, en consecuencia, eficientes.
- Por su parte, el *SMED* es un sistema creado para minimizar los tiempos de preparación y cambios de herramienta.
- El sistema *TPM (Mantenimiento Productivo Total)* trata de eliminar las deficiencias de los equipos basándose en el mantenimiento preventivo.

Estas otras técnicas o herramientas se describen de forma más extensa en los siguientes apartados.

#### 3.6.- MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Hoy en día todas las empresas deben buscar la competitividad total con el fin de mantenerse en el mercado. El *TPM* es uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, ya que esta tendencia actual consiste en alcanzar el grado máximo de eficiencia en calidad, tiempo y coste de producción.

Esta herramienta busca integrar todas las áreas de la empresa y eliminar las deficiencias de los equipos basándose en el mantenimiento preventivo. De esta forma el *TPM* trata de lograr la máxima eficiencia, partiendo de la planificación de actividades de mantenimiento de los equipos de forma periódica, logrando eliminar las pérdidas ocasionadas o relacionadas con los paros y problemas de calidad [29].

Estas actividades de mantenimiento preventivo pueden ser efectuadas no solo por parte del personal de mantenimiento, sino también por el personal de producción [30].

Cabe destacar que el *TPM* guarda una estrecha relación con muchas otras técnicas comentadas del *Lean manufacturing* y del *Kaizen*, destacando especialmente la técnica de las *5S* (Ver apartado 3.8.-*METODOLOGÍA 5S*), ya que el primer paso para el mantenimiento es la limpieza. Es por ello que las tareas de mantenimiento no pueden realizarse sin un correcto orden, disciplina, limpieza, clasificación y normalización.

### 3.6.1.-Objetivos del TPM

Como se ha comentado, el objetivo principal del *TPM* consiste en eliminar las pérdidas de producción debidas al mal estado de los equipos, en otras palabras, pretende mantener los equipos en correcto estado para producir a capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. La aplicación de esta herramienta da lugar principalmente a: [31]

- Reducción de averías en los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- Mejora de la productividad.
- Flujos de producción continuos.
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Mejora de la calidad.
- Reducción de gastos de mantenimiento correctivo.
- Formación y entrenamiento del personal.

### 3.6.2.-Fases del TPM

La implementación de esta herramienta se encuentra formada por un total de cuatro fases, las cuales se resumen a continuación:

#### 1. Preparación

En esta primera fase tiene lugar la toma de decisión de implantar el *TPM* en la empresa. Para ello se realiza una campaña de información y un análisis y diagnóstico de las condiciones existentes en la empresa. Posteriormente se realiza una planificación sobre su implantación.

#### 2. Implantación

Esta segunda etapa es la etapa de lanzamiento y puesta en marcha del sistema *TPM*. Para ello es necesario conseguir una alta capacitación de todo el personal mediante diversos programas de formación. Por otro lado, se realiza la implantación de la herramienta *5S* (Ver apartado 3.8.-*METODOLOGÍA 5S*), así como el establecimiento de diversos sistemas como son: el sistema para la mejora de la eficiencia de la producción, el sistema de mantenimiento de la calidad y el sistema para el control de la seguridad, salud y medio ambiente.

#### 3. Evaluación

Posteriormente, se realiza un estudio y análisis de los resultados obtenidos, permitiendo identificar los puntos fuertes y los puntos donde aún es posible alcanzar una mejora.

#### 4. Estabilización

Al igual que en otras herramientas definidas anteriormente, la última etapa del proceso consiste en seguir mejorando, adaptando el sistema *TPM* a los cambios y necesidades de la empresa y sus clientes, permitiendo así la mejora continua.

### 3.7.- SMED

Se trata de una herramienta desarrollada para la mejora continua de empresas, la cual trata de minimizar los tiempos de preparación y cambio de las herramientas, logrando que las compañías que apliquen esta herramienta sean flexibles trabajando con pequeños lotes de producción [32].

En concreto el término *SMED* (*Single Minute Exchange of Dies*) significa cambio rápido de herramientas (en torno a 10 minutos o menos). Como se ha comentado, consiste en un conjunto de métodos y técnicas para reducir los tiempos de preparación de las máquinas.

Por tanto, esta herramienta es muy necesaria en la actualidad, ya que las empresas con un amplio catálogo de productos tienen que preparar las máquinas y herramientas varias veces, de forma que el tiempo que tardan en realizar estas operaciones limita su capacidad para cumplir con la demanda de los clientes.

Más concretamente, este cambio de herramientas en las máquinas debe realizarse siempre que se fabriquen ítems diferentes, por eso mediante el *SMED* se quiere reducir el tiempo de preparación, entendiendo este tiempo como el medido desde que termina de producirse el último producto de un lote hasta que comienza a producirse el primer producto del siguiente lote. Esto se puede entender de forma más sencilla gráficamente:



Figura 3.16. Definición gráfica del tiempo de preparación.

### 3.7.1.-Requisitos previos. Técnicas de ayuda

Para poder aplicar esta herramienta *SMED*, es necesario cumplir con dos requisitos previos:

- ❖ La estandarización de las operaciones.
- ❖ La homogenización de los componentes o herramientas.

De esta manera se consigue que las mismas herramientas sirvan para fabricar productos distintos evitando así los largos tiempos de preparación [33]. Además, los cambios rápidos de herramientas tienen la ventaja adicional de ser métodos más simples y sistemáticos, reduciendo los fallos o errores en los ajustes de los nuevos útiles.

Entre las técnicas de ayuda que se pueden emplear en conjunto para una completa implantación del sistema *SMED*, destaca de nuevo por encima del resto la herramienta de las *5S*. Esta herramienta se presenta con más detalle en el apartado 3.8.-*METODOLOGÍA 5S*, ya que como se ha comentado anteriormente es una de las herramientas más empleada en combinación con el resto.

Muchos de los largos tiempos de cambio de herramienta son consecuencia de un lugar de trabajo desordenado y poco limpio, donde los operarios tardan mucho tiempo en buscar los útiles, siendo por tanto necesario la implantación de las *5S*. En este caso en concreto, esta técnica *5S* trata de mantener en buenas condiciones el ambiente de trabajo, sirviendo tanto de técnica de ayuda como de requisito previo.

### 3.7.2.-Objetivos del SMED

Mediante el empleo de la herramienta *SMED* se buscan varios objetivos y beneficios entre los que destacan los siguientes:

- Reducción del tiempo de preparación.
- Incremento de la flexibilidad en la producción.
- Estandarización de las herramientas.

- Reducción del inventario.
- Reducción del número de errores durante los cambios de configuración.
- Mejora de la calidad de los productos.
- Incremento de la seguridad de los operarios.

### 3.7.3.-Fases del SMED

Como en muchas otras herramientas es conveniente realizar la implantación del *SMED* siguiendo una serie de fases o etapas [34]:



Figura 3.17. Fases del SMED.

#### 1. Análisis y estudio de la situación actual

Esta primera fase consiste en realizar un estudio inicial sobre las máquinas, las operaciones y sus tiempos de preparación. Por otro lado, es fundamental aportar a los empleados la formación necesaria sobre los fundamentos del *SMED* y darles a su vez los medios necesarios para su realización.

#### 2. Separación de actividades internas y externas

Tras definir las diferentes operaciones, se realiza un estudio más exhaustivo que consiste en diferenciar y separar la preparación externa de la interna. Para ello se nombra a un equipo multidisciplinar que permitirá introducir mejoras, reduciendo así los tiempos de preparación.

Las actividades internas son aquellas operaciones que se realizan exclusivamente con la máquina parada. En cambio, una actividad externa es aquella que se puede realizar con la máquina en marcha y por tanto su tiempo de ejecución no afecta al

tiempo de ciclo total del proceso. De ahí la importancia de la siguiente etapa para convertir el mayor número de actividades internas en externas.

### **3. Convertir actividades internas en externas**

Como se ha comentado, es lógico tratar de convertir las actividades internas en externas. Esto es así ya que en las actividades internas la máquina necesita estar parada, de forma que la fabricación no puede continuar, generando pérdidas a la empresa. Por tanto, en esta fase el grupo de expertos debe tratar de convertir estas actividades internas en externas, de forma que se puedan realizar con la máquina en funcionamiento.

En el caso de las operaciones internas que no pueden convertirse a externas, es necesario minimizar su tiempo de realización, disminuyendo de esta forma los tiempos inactivos.

### **4. Mejorar la preparación externa**

Para conseguir una mejora continua el equipo propuesto realiza un ejercicio de planificación mediante un análisis detallado de todas las operaciones, con el objetivo de que todas las actividades externas sigan reduciendo sus tiempos.

### **5. Estandarizar procesos**

Esta última fase recibe también el nombre de “preparación cero”. Consiste en la estandarización de las herramientas y útiles, así como en el diseño de una maquinaria flexible para no tener que realizar ninguna preparación, evitando así las pérdidas de tiempo.

## **3.8.- METODOLOGÍA 5S**

La metodología 5S es una de las más empleadas y destacadas en el presente proyecto, siendo a su vez una herramienta fundamental tanto del *Lean manufacturing* como del *Kaizen*.

Se trata de una metodología de mejora continua, orientada a conseguir condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia [35]. Dichas condiciones son creadas a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción de los trabajadores, dando lugar a un entorno de trabajo agradable, eficiente y productivo [36].

Por tanto, con el fin de implantar esta metodología es vital la labor por parte de las empresas de formar a los trabajadores a través de programas de formación, para desempeñar correctamente esta mejora continua y optimización.



Figura 3.18. Principios 5S.

Este término 5S tiene origen japonés y debe su nombre a los cinco principios en los que se encuentra basado (Figura 3.18). Estos principios se encuentran desarrollados en el apartado 3.8.2.-Principios 5S.

### 3.8.1.-Objetivos 5S

Esta herramienta es una de las más empleadas en la actualidad debido a la amplia diversidad de beneficios que aporta y a su fácil aplicación [37]. Entre los principales beneficios que pueden ser obtenidos mediante su implantación destacan:

- Mejora de las condiciones de trabajo.
- Aumento de la calidad del producto.
- Reducción de los tiempos de búsqueda.
- Aumento de la productividad.
- Disminución del número de averías y aumento de vida de las herramientas.
- Aumento de la seguridad laboral.
- Mejora de la organización.
- Mayor compromiso de los trabajadores.

### 3.8.2.-Principios 5S

Para lograr una correcta implantación de las 5S es necesario una completa y estricta aplicación de sus cinco fases o principios fundamentales a los que debe su nombre.

#### 1. *Seiri*. Clasificación, organización y descarte

Esta primera fase consiste en eliminar del lugar de trabajo todo aquello que no sea necesario para desarrollar las actividades diarias dentro de la planta de producción o en las oficinas. Para ello es necesario separar lo que realmente sirve de lo que no, identificando lo innecesario (ya sean herramientas, equipos, útiles o información).

Una de las herramientas más utilizada para realizar esta clasificación son las hojas de verificación, en las cuales se puede plantear la naturaleza de cada elemento, y si este es necesario o no.

Al realizar esta primera fase se obtiene un espacio adicional, eliminando el exceso de herramientas y de objetos obsoletos.

#### 2. *Seiton*. Orden

Finalizada la fase de clasificación, se encuentra la fase de orden. En esta segunda fase tiene lugar el almacenamiento y ordenación, según la frecuencia de uso, de los artículos ya definidos como necesarios. De esta forma pueden ser encontrados fácilmente para ser utilizados y devueltos de nuevo tras su uso a su lugar de almacenamiento.

Por tanto, es esencial que todo se encuentre disponible en su justa cantidad y con la calidad requerida en el momento y lugar adecuado. Para ello se puede recurrir a códigos de colores, señalización y hojas de verificación. Todo esto permite reducir los tiempos de búsqueda y de cambio, ocupando menos espacio y eliminando las condiciones inseguras de trabajo.

### 3. *Seiso*. Limpieza

En esta fase se realiza la limpieza del lugar de trabajo. Para ello se identifican los focos de suciedad y se verifican e inspeccionan todas las máquinas y herramientas con el fin de encontrar posibles fallos, averías o problemas que se oculten por el polvo y la suciedad. En este caso es recomendable el uso de hojas de verificación de inspección y limpieza.

Esta mejora del nivel de limpieza de los lugares de trabajo y alrededores reduce notablemente los accidentes de trabajo, aumentando por tanto la seguridad de los trabajadores. Del mismo modo, la calidad de la producción se ve directamente afectada por la mayor o menor limpieza del lugar de trabajo.

### 4. *Seiketsu*. Estandarización

La cuarta fase conocida también como estandarización, consiste en mantener la clasificación, orden y limpieza mediante la definición de estándares, logrando hábitos de limpieza entre los operarios para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones. Esto repercute positivamente en la velocidad de la toma de decisiones, incidiendo directamente en la productividad de la empresa.

Es recomendable en este caso el empleo de moldes o plantillas para conservar el orden, tableros de estándares y documentos de instrucciones y procedimientos.

### 5. *Shitsuke*. Disciplina

Este último principio se centra en el hecho de seguir mejorando. Para ello es necesario mantener en el tiempo una correcta aplicación de los anteriores principios, convirtiendo este seguimiento en un hábito. Con ello se logra sacar el máximo partido a todos los principios y elementos que conforman las 5S.

## 4. Aplicación de metodologías al proyecto

En este apartado se muestra la aplicación de las diferentes metodologías empleadas en el presente proyecto en la empresa Thyssenkrupp Norte para conseguir una mejora continua de procesos. La actividad de la empresa se encuentra basada fundamentalmente en la metodología *Lean* y la mejora continua *Kaizen*, empleando a su vez y en conjunto, diferentes técnicas o metodologías que permiten aumentar la competitividad de la empresa día tras día, mejorando sus procesos productivos y disminuyendo los tiempos y costes.

En primer lugar, se describe el proceso necesario para llevar a cabo una correcta **estandarización de los útiles y equipos de trabajo** del proceso productivo. Para ello se describe la situación previa de la empresa junto con las principales causas de su implantación, realizando posteriormente, un resumen de las diferentes fases y tareas necesarias para realizar dicha estandarización. De esta forma se indican los programas de dibujo empleados para producir los modelos 3D del útil o equipo, junto con las diferentes plantillas creadas para resumir toda su información, que posteriormente, son almacenadas en la Base de Datos (BBDD) de la empresa, quedando disponibles para todos los empleados en caso de ser necesarios.

La estandarización de útiles y equipos de trabajo permite esa mejora continua que busca el *Kaizen*, ya que este proceso de estandarización se encuentra directamente relacionado con varias fases de las metodologías descritas en el apartado anterior, como por ejemplo el *SMED*, el *TPM* y las *5S*.

Posteriormente, en el siguiente subapartado, se detalla la **implantación de la metodología 5S**. Para ello se expone en primer lugar la situación previa de la empresa, junto con las principales deficiencias y causas analizadas que han obligado a la empresa a optar por esta decisión de implantación. Posteriormente se aportan y explican las diferentes

plantillas creadas para conseguir una correcta implantación y ejecución de esta metodología en la empresa. También se enumeran y describen las diferentes zonas donde se encuentra implantada, junto con los diferentes útiles o equipos diseñados para facilitar su aplicación. Por último, se muestran los diferentes gráficos empleados para realizar un control y seguimiento, reflejando además de una forma rápida y visual los resultados mes a mes de dicha implantación en la empresa.

Conviene destacar además que la empresa Thyssenkrupp Norte ha ido un paso más allá, convirtiendo dicha metodología en *6S*, mediante la adicción del concepto de seguridad, por lo que a partir de este punto la presente memoria hace referencia a esta metodología como *6S* en lugar de *5S*.

#### **4.1.- ESTANDARIZACIÓN DE ÚTILES Y EQUIPOS DE TRABAJO**

Una de las principales actividades llevada a cabo en la empresa Thyssenkrupp Norte con el objetivo de lograr una mejora continua, ha sido la estandarización de una serie de útiles y equipos de trabajo del proceso productivo. Esta estandarización es sin duda una necesidad en las empresas actuales, ya que permite buscar una mejora continua relacionada con la filosofía *Kaizen*, aportando grandes beneficios a la empresa. Además, tal y como se ha comentado, la estandarización es una fase fundamental de varias de las herramientas o metodologías de ayuda del *Lean* y del *Kaizen*. Por tanto, realizar esta actividad permite que herramientas o metodologías como el *SMED*, el *TPM* o las *5S* se empleen de forma conjunta y sirvan de apoyo mutuo, permitiendo obtener un mayor resultado en la empresa.

Para mostrar este proceso de estandarización de una forma resumida, clara y concisa, se expone en primer lugar el estado previo a la implantación de dicha mejora, junto con un análisis de las diferentes causas que han llevado a la empresa Thyssenkrupp Norte a realizar dicha estandarización de útiles y equipos de trabajo del proceso productivo.

Posteriormente, en el siguiente subapartado, se describen de forma genérica las diferentes fases o actividades necesarias para conseguir dicha estandarización, mostrando desde los programas de dibujo empleados, hasta las plantillas creadas para resumir toda la información del útil, que finalmente son registradas en la BBDD de la empresa.

Tras mostrar el estado previo a la mejora y las diferentes fases necesarias, se describe de forma específica el proceso de estandarización de cada útil o equipo, indicando los diferentes factores en los que se ha basado su elección y las diferentes decisiones tomadas en el proceso, aportando además, el conjunto de planos y documentación asociada que permiten mostrar el resultado final del proceso.

Por último, en el siguiente apartado se muestran los principales resultados obtenidos tras la realización de dicho proceso de estandarización desde un punto de vista más general de la empresa.

#### **4.1.1.-Estado previo. Análisis de la situación**

Siguiendo la filosofía *Kaizen*, considerada como una de sus principales bases, la empresa Thyssenkrupp Norte ha optado por la implantación de una de las principales metodologías de mejora continua, la estandarización de útiles y equipos de trabajo de su proceso productivo.

Esta decisión ha sido tomada por parte de los altos directivos de la empresa tras la realización de un estudio previo, que sin duda alguna, ha permitido detectar un gran punto de inflexión encaminado a conseguir una mejora continua en la empresa. Este estudio realizado reflejaba claramente todas las carencias de la empresa en relación con la estandarización.

Una de las principales causas detectadas con este análisis y que ha llevado a la empresa a tomar esta decisión, ha sido la presencia de útiles con una misma finalidad que presentaban formas y aspectos diferentes. Esta diversidad, sin duda alguna, influía notablemente en la eficiencia de los operarios, ya que no permitía sistematizar correctamente

sus operaciones al tratarse de útiles diferentes, aumentando la probabilidad de fallo por parte de los trabajadores.

Además, varios de los útiles del taller no son adquiridos de un proveedor externo, sino que son fabricados en el propio taller de la empresa. De esta forma la falta de información estandarizada del útil o equipo, provocaba importantes pérdidas de tiempo y sobrecostes en su fabricación al no realizarse siempre de la misma forma, obteniendo además, útiles ligeramente diferentes con sus asociados perjuicios productivos.

Otro aspecto negativo encontrado tras dicho análisis reflejaba la influencia de estas pequeñas diferencias entre útiles en los costes de la empresa. Un claro ejemplo podía darse a la hora de adquirir un nuevo útil debido al desgaste o rotura del anterior, donde la persona encargada de realizar el pedido al no disponer de la información y documentación del útil estandarizado, podía adquirir uno que no fuera el indicado con su consiguiente sobrecoste asociado.

En este estado previo a la mejora, la empresa también presentaba graves problemas a la hora de realizar ciertas simulaciones y redistribuciones del diseño de la planta. En este caso la aplicación del proceso de estandarización ha permitido crear unos modelos 3D, imprescindibles para poder realizar estas pruebas y redistribuciones de la fábrica a través de programas de computador.

Todas estas causas han obligado a la empresa a optar por dicho proceso de estandarización, con el fin de obtener una serie de resultados y beneficios, entre los que destacan la búsqueda de la excelencia en la calidad, el aumento de la eficiencia y la reducción de los tiempos y costes, logrando con todo ello mejorar la empresa día tras día aumentando así su competitividad en el mercado.

Sin embargo, como es evidente, este proceso de estandarización no ha hecho más que comenzar en la empresa, siendo por tanto necesario continuar y extender dicho proceso a todos los ámbitos posibles, garantizando así la mejora continua.

#### 4.1.2.-Fases de la Estandarización de útiles y equipos de trabajo

Para realizar la estandarización de los útiles y equipos de trabajo del proceso productivo se han realizado varias fases o actividades, las cuales se describen a continuación desde un punto de vista general, siendo aplicables a todos los útiles y equipos.

*Nota: Con objeto de facilitar la comprensión de las diferentes fases por parte del lector, estas se describen aportando el ejemplo de uno de los útiles estandarizados, concretamente el Carro de Etapa 1. Sin embargo, como se ha comentado, todas estas fases son aplicables de forma individual a cada uno de los útiles y equipos de trabajo estandarizados.*

### 1. Identificación

La primera fase de este proceso de estandarización consiste en la identificación de los diferentes útiles o equipos del proceso productivo. De esta forma pueden darse tres posibles casos:

- Un primer caso en el que existen estos útiles o equipos, pero no de forma unificada, ya que útiles con el mismo fin presentan aspectos diferentes, como puede ser su forma, color, etc. En este caso se procede a su identificación y anotación, ya que estos útiles o equipos deben ser estandarizados.
- Segundo caso, donde no se dispone de un útil o equipo para una determinada función del taller o proceso productivo, siendo por tanto necesario definirlo desde cero.
- Un tercer caso en el que los útiles o equipos que realizan una determinada función ya se encuentran estandarizados, por lo que en este último caso no se procede de nuevo a su estandarización.



*Figura 4.1. Ejemplo de Carro Etapa 1 sin estandarizar.*

## **2. Selección**

En esta segunda fase tiene lugar la selección del útil o equipo de cada clase que se considera como más adecuado por parte de varios de los empleados de la empresa, atendiendo a motivos económicos, funcionales y visuales.

Una vez seleccionado este útil o equipo, pasa a servir como referencia dentro de su misma clase. En los casos en los que el útil no existe, se define uno nuevo que permita realizar su función y que sirva de referencia dentro de esa clase de útil.



Figura 4.2. Carro Etapa 1 seleccionado como referencia para realizar la estandarización.

### **3. Creación del Modelo 3D**

Una vez seleccionado el útil o equipo de referencia, es necesario realizar la creación de un modelo en 3D del útil o equipo, para en las etapas posteriores llevar a cabo su documentación y registro.

Para realizar el modelo 3D se emplea principalmente el programa de dibujo *SIEMENS NX* junto con el *AutoCAD*.

En primer lugar, se modelan las piezas individuales que componen cada útil o equipo, para posteriormente ensamblarlas y formar el conjunto, es decir, obtener el modelo 3D del útil o equipo a estandarizar. Además, también se deben realizar varios planos con las vistas de cada útil o equipo. En la *Figura 4.3*, se puede ver un ejemplo de modelo 3D de uno de los útiles estandarizados, junto con sus respectivas vistas y planos en la *Figura 4.4*.



*Figura 4.3. Modelo 3D de Carro Etapa 1 estandarizado.*

*Todos estos útiles y equipos que han sido convertidos al 3D, se pueden encontrar individualmente en el apartado 4.1.3.-Útiles y equipos de trabajo estandarizados, incorporando sus respectivos modelos 3D, vistas y planos.*

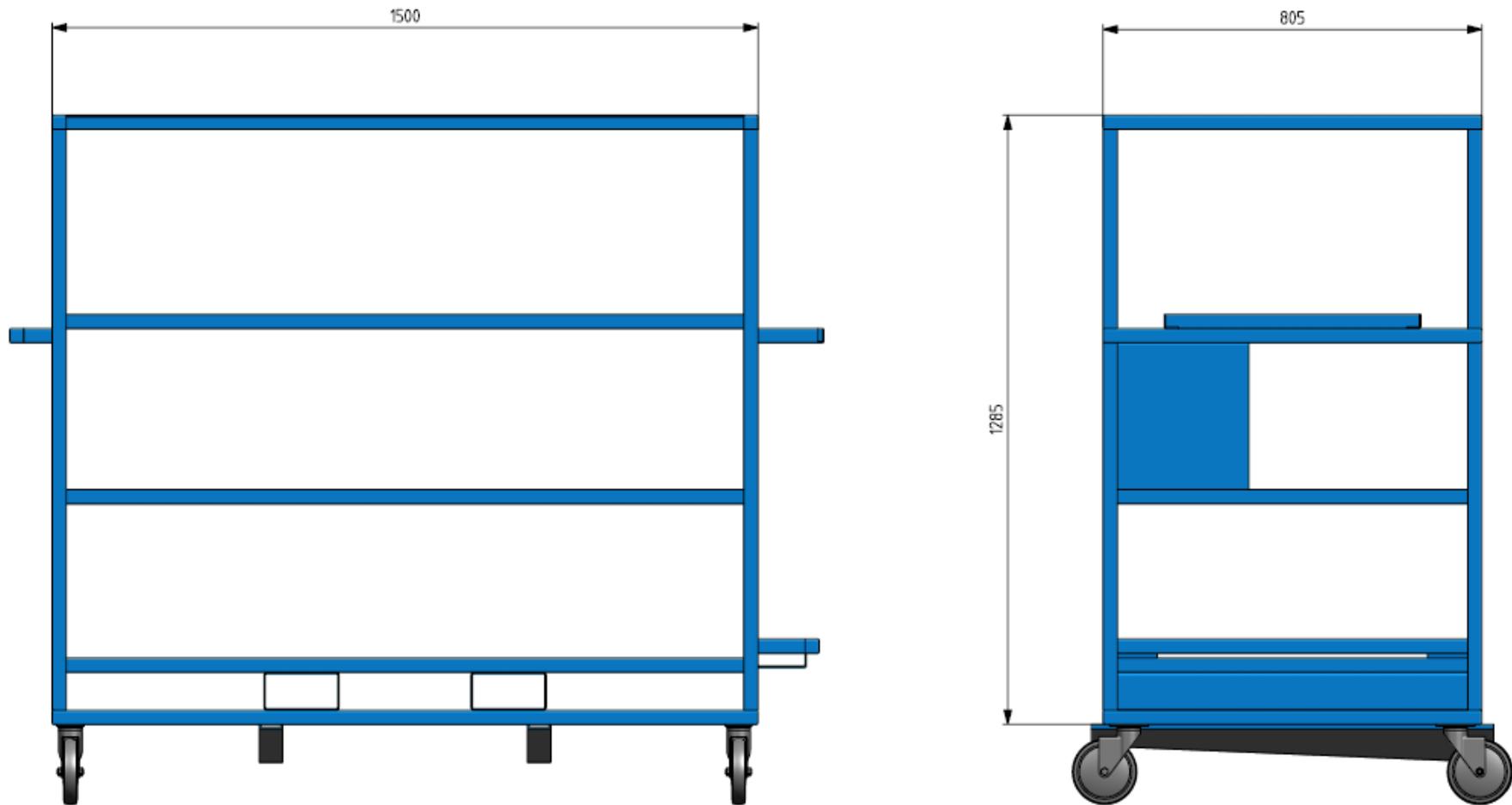


Figura 4.4. Planos de Carro Etapa 1 estandarizado.

#### 4. Documentación

En esta fase se llevan a cabo todas las actividades relativas a la creación de la documentación necesaria de dichos útiles y equipos, logrando así disponer de una información clara, breve y concisa sobre cada útil o equipo de trabajo.

Para ello se han diseñado unas hojas de información o plantillas, disponibles ahora para la empresa Thyssenkrupp Norte, donde se recoge toda la información necesaria de cada uno de los útiles o equipos. Esta es una de las fases fundamentales del proceso de estandarización ya que dicha información puede ser utilizada en un futuro, por ejemplo, en el caso de ser necesario adquirir algún útil o equipo igual a los estandarizados o en el caso de realizar algún tipo de prueba o rediseño en la fábrica, logrando así simplificar los procesos y reducir los costes.

A la hora de diseñar estas hojas de información o plantillas que recogen toda la información necesaria de cada útil o equipo estandarizado de la empresa Thyssenkrupp Norte, se han debatido e incorporado varios puntos o características a rellenar con la correspondiente información del útil o equipo, permitiendo así una lectura clara, rápida, concisa y fácilmente comprensible por todos los empleados. Un ejemplo de esta hoja de información o plantilla se puede observar en la *Figura 4.5*.

Estos puntos o características seleccionados para reflejar la información principal de los diferentes útiles o equipos de trabajo son:

- **Explicación/Usos:** En este apartado se define de una forma breve el útil o equipo de trabajo, así como su uso principal.
- **Material:** Incorpora las principales características del material del útil o equipo.

- **Datos:** Indica las dimensiones principales del útil o equipo estandarizado. También se muestran las reglas de pintado junto con los códigos de sus respectivos colores.
- **Información Adicional:** Incorpora diversos tipos de información, como pueden ser otros usos del útil o equipo, o sus diferentes tipos de configuraciones en caso de que existan.
- **Ejemplo:** En este apartado se muestra una imagen del modelo 3D del útil o equipo, junto a sus respectivas vistas con sus dimensiones principales acotadas.

*Todas estas hojas de información o plantillas de los diferentes útiles o equipos de trabajo estandarizados, donde se reúne toda la información principal de los mismos, se pueden encontrar en el apartado 4.1.3.-Útiles y equipos de trabajo estandarizados.*

Departamento de Procesos		Thyssenkrupp Norte Estandarización		 thyssenkrupp
Revisión: Junio 2020		Carro Etapa 1		
Explicación Uso	Empleado para el almacén y transporte de materiales correspondiente a la Etapa 1.			
Material	Acero inoxidable			
Datos	Dimensiones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura: 1,285 m</li> <li>• Ancho: 1,500 m</li> <li>• Largo: 0,805 m</li> </ul>			
	Reglas de pintado: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintura antideslizante, mate.</li> </ul>			
	Color (Código)			
	tk brand Blue	RGB	000 160 245	
Información Adicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reponer materiales del carro en cada turno de trabajo.</li> <li>• Posibilidad de desplazamiento manual con ruedas.</li> <li>• Posibilidad de desplazamiento con carretillas elevadoras.</li> </ul>			
Ejemplo				

Thyssenkrupp Norte



Figura 4.5. Hoja de información o plantilla de Carro Etapa 1 estandarizado.

## 5. Registro

Una vez recogida y documentada toda la información de los útiles o equipos, se procede a realizar la última fase del proceso de estandarización. Esta última fase consiste en subir y almacenar toda la documentación (Modelos 3D, planos con vistas y hojas de información o plantillas) en la BBDD de la empresa Thyssenkrupp Norte, mediante la aplicación que la propia empresa utiliza, denominada *TeamCenter*.

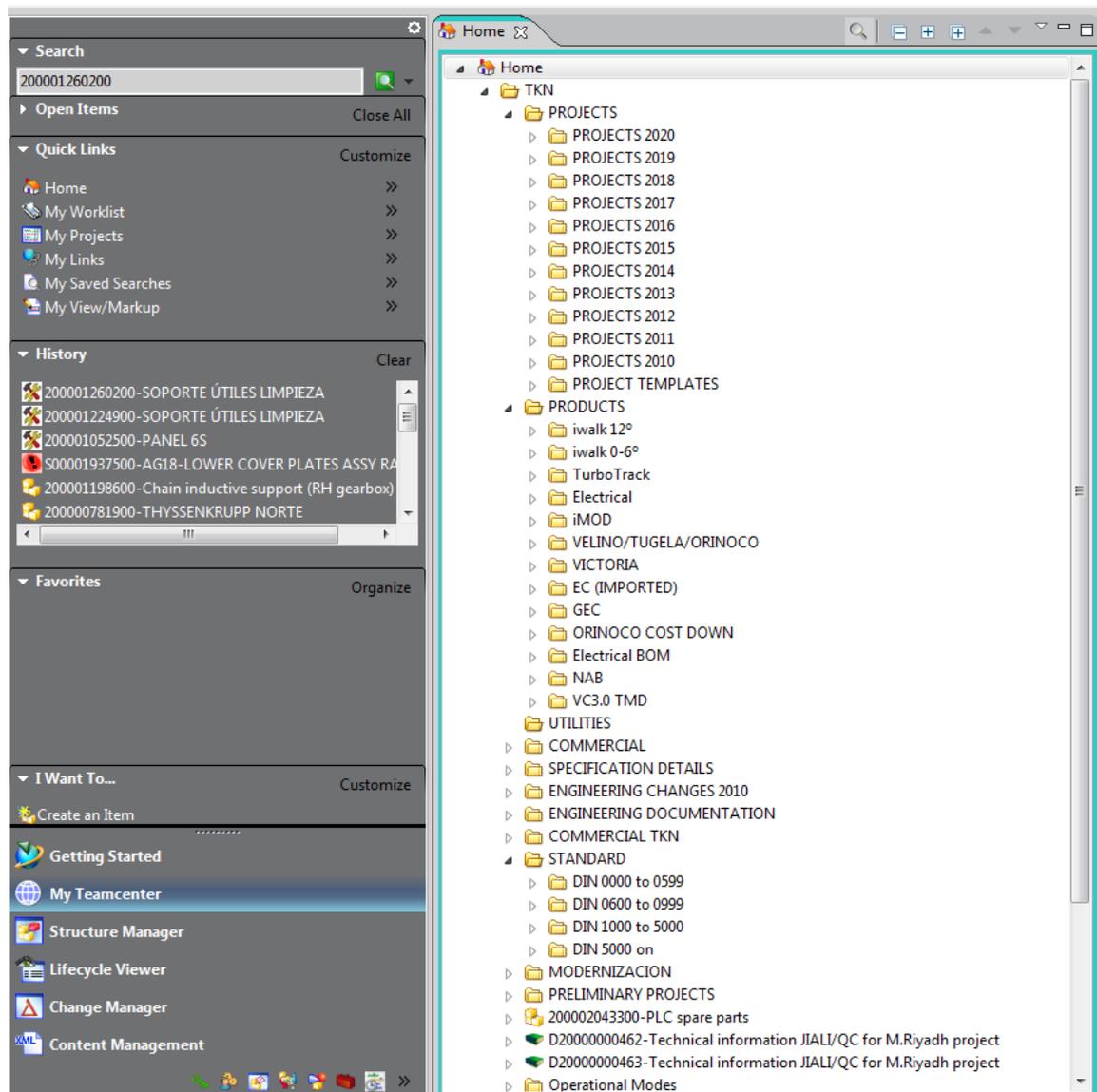


Figura 4.6. BBDD de la empresa Thyssenkrupp Norte (TeamCenter).

Este registro de toda la documentación es una etapa fundamental, ya que permite a todos los empleados acceder a dicha información en caso de ser necesario. Además, por otro lado, este proceso de estandarización permite reducir tiempos y futuros costes. Un ejemplo de ello se puede dar cuando es necesario adquirir un nuevo útil debido al desgaste o rotura de los anteriores. De esta forma, el encargado de realizar dicha adquisición visualizaría toda la información registrada, emitiendo un pedido de un útil estandarizado igual a los ya empleados. Otro ejemplo se da al rediseñar varias áreas de la fábrica o en casos en los que es necesario realizar pruebas o simulaciones de diferentes zonas, donde disponer de esta estandarización es vital, pudiendo emplear los diferentes modelos 3D junto con su respectiva información.

#### **4.1.3.- Útiles y equipos de trabajo estandarizados**

En este subapartado se muestran los diferentes útiles y equipos de trabajo a los que se les ha realizado el proceso de estandarización. Para cada útil o equipo, se exponen las múltiples causas que han llevado a aplicar este proceso de estandarización, así como las diferentes decisiones que se han tomado durante el proceso. También se incluyen los respectivos planos, modelos 3D y hojas de información que reúnen toda la documentación asociada de cada útil o equipo.

##### **4.1.3.1.- Barandilla de taller**

Unos de los primeros útiles sobre los que se ha realizado el proceso de estandarización han sido las barandillas del taller. Este útil es uno de los más abundantes y fácilmente identificables nada más entrar al taller, por lo que su identificación ha sido sencilla.

Además, muchas de las barandillas del taller presentaban grandes diferencias apreciables a simple vista. Entre estas diferencias destacaban principalmente las diversas medidas (sobre todo de altura), los diferentes tipos de pintado y los variables diámetros del tubo que las forman. Un ejemplo de ello puede verse en la *Figura 4.7*.



*Figura 4.7. Barandillas de taller sin estandarizar con diferente altura y pintado.*

En este caso, tras su identificación, se ha procedido a seleccionar una barandilla de referencia, atendiendo principalmente a tres factores:

- La amplia disponibilidad de inventario de tubos de 4,2 cm de diámetro, ya que estas barandillas son fabricadas en la propia empresa.
- La necesidad de una funcionalidad adecuada, garantizando la altura necesaria para la correcta seguridad de los empleados.
- Un pintado equidistante de color amarillo y negro, fácilmente realizable en el propio taller de pintura de la fábrica.

Posteriormente se han realizado las fases relativas a la creación del modelo 3D y los respectivos planos, los cuales se muestran a continuación:

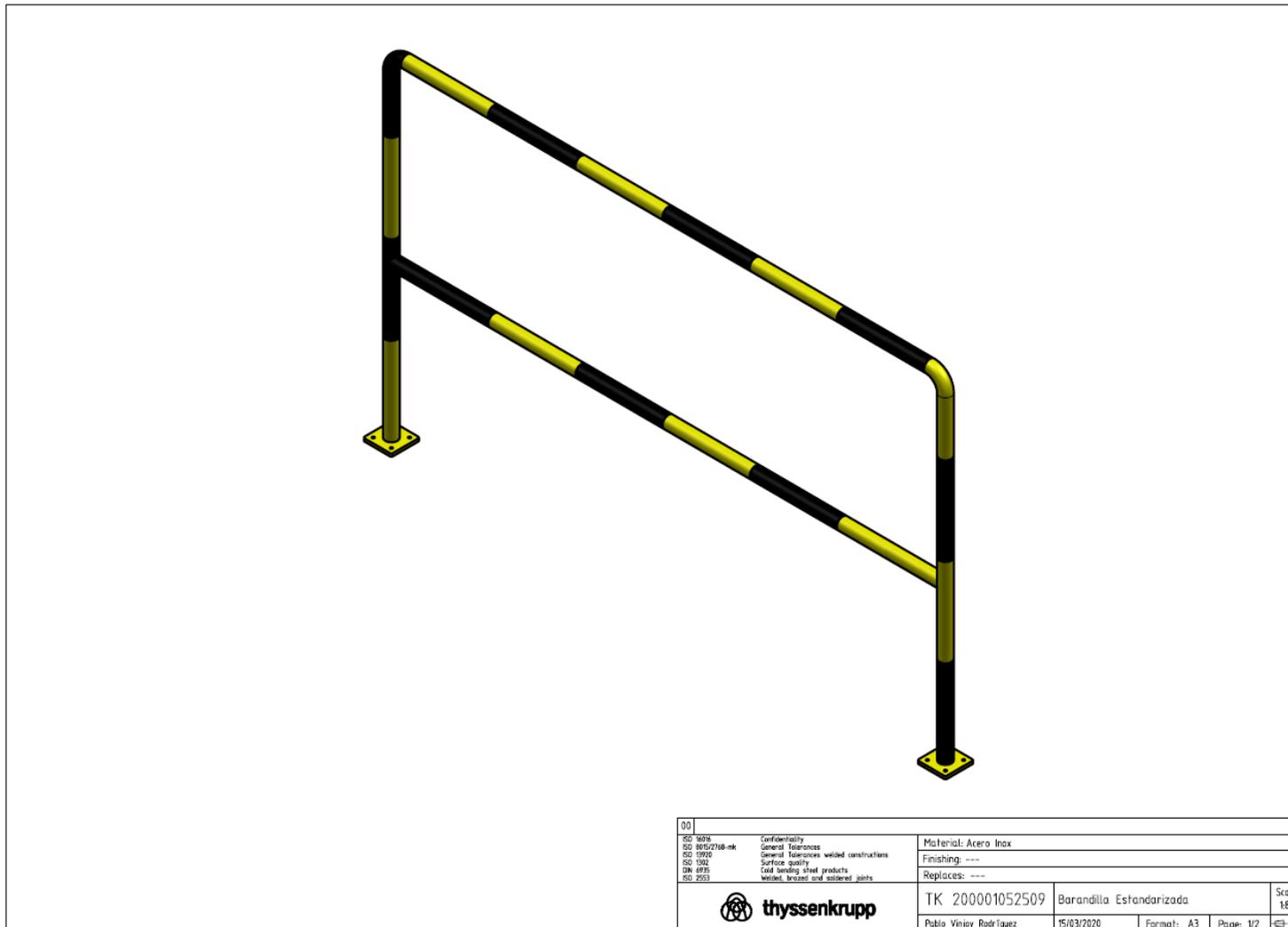


Figura 4.8. Modelo 3D de Barandilla de taller estandarizada.

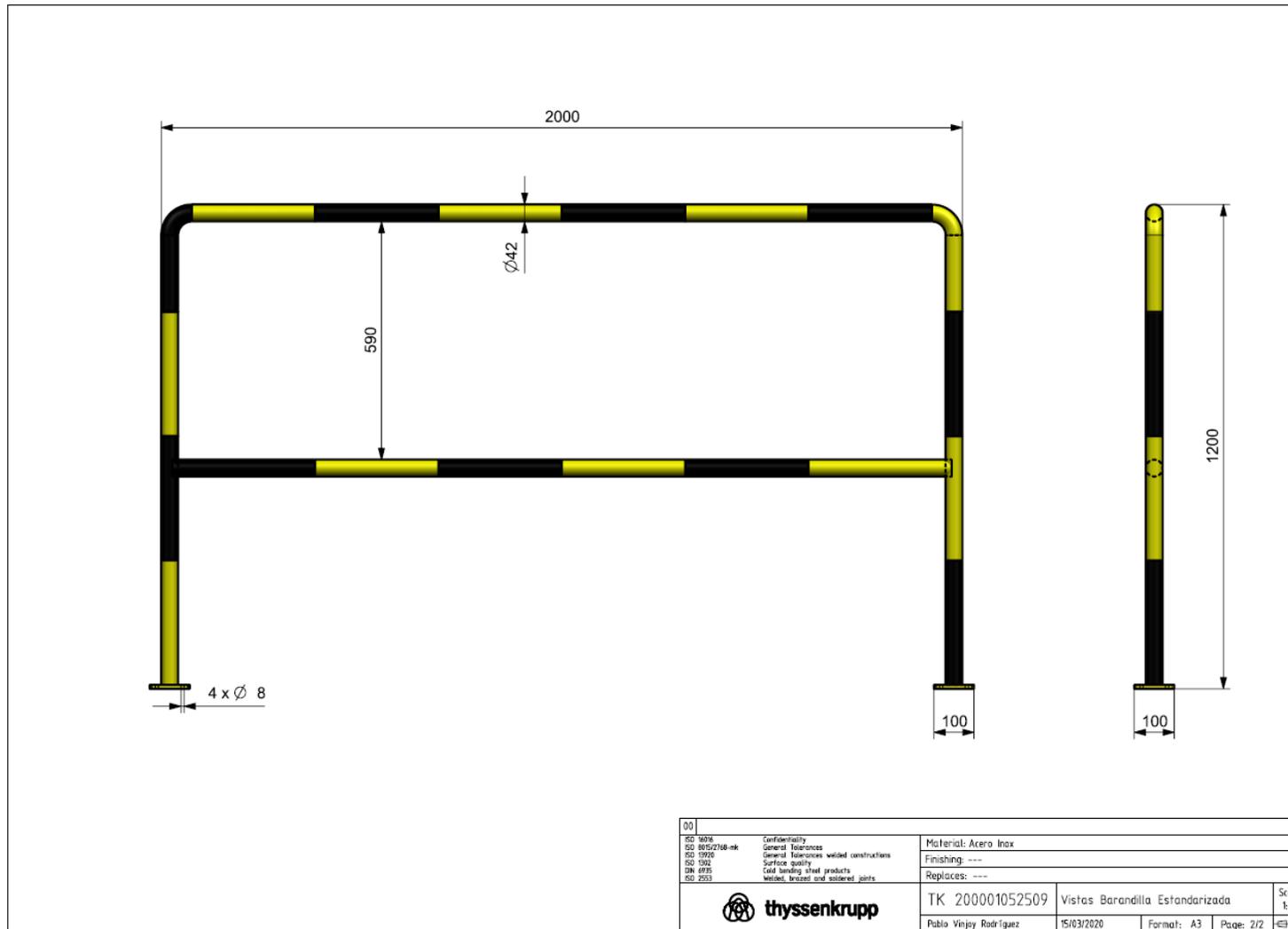
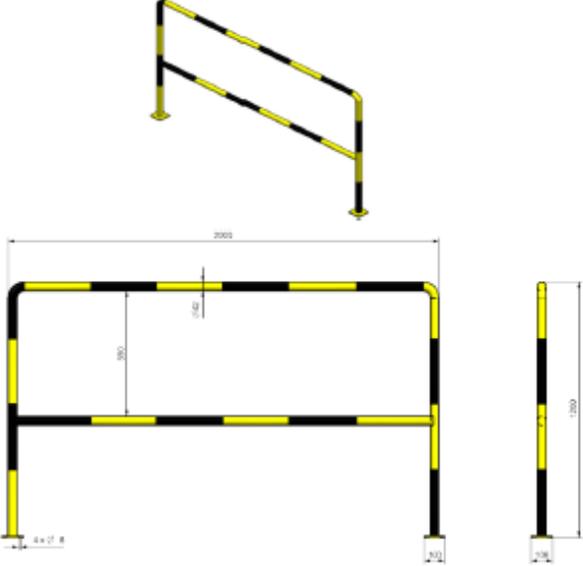


Figura 4.9. Planos de Barandilla de taller estandarizada.

Finalmente se han rellenado las hojas de información (Ver *Figura 4.10*) con sus correspondientes datos, logrando registrar toda la documentación del útil en la BBDD de la empresa.

La estandarización de este útil ha conseguido disponer en el taller barandillas que garantizan completamente la seguridad de los trabajadores, además de permitir su fabricación en el propio taller de la empresa.

Departamento de Procesos	Thyssenkrupp Norte Estandarización	 thyssenkrupp
Revisión: Marzo 2020	Barandilla	

Explicación Uso	Empleadas como límites para la separación de zonas peligrosas.	
Material	Acero inoxidable Ø 4,2 cm	
Datos	Dimensiones:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura: 1,20 m</li> <li>• Ancho: 2 m</li> </ul>	
	Reglas de pintado:	
Información Adicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rayado alterno</li> <li>• Ancho de línea: 31,5 cm</li> <li>• Color: Amarillo y Negro (Pintura antideslizante, mate)</li> </ul>	
	Color (Código)	
	<b>Zinc yellow</b>	RGB
<b>Black</b>	RGB	000 000 000
Información Adicional	Otros usos:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección lateral de útiles con perfilería.</li> <li>• Protecciones robustas de zonas de actividad de útiles: Ø 5,0 cm</li> </ul>	
Ejemplo		

Thyssenkrupp Norte



Figura 4.10. Hoja de información de Barandilla de taller estandarizada.

#### 4.1.3.2.- Estantería de materiales y piezas

Otro de los equipos fácilmente identificables en el taller y que han sido sometidos al proceso de estandarización son las estanterías para el almacén de piezas y materiales.

Muchas de estas estanterías presentes en el taller guardaban grandes diferencias en relación con su estética y funcionalidad. Las diferencias más notables se apreciaban en sus dimensiones y número de baldas.



*Figura 4.11. Estanterías sin estandarizar con diferentes dimensiones.*

A la hora de realizar la estandarización de la estantería, esta se ha seleccionado principalmente en función de su funcionalidad, ya que debía tratarse de una estantería flexible y versátil para poder almacenar las diferentes gamas y respectivos tamaños de piezas presentes en el taller. De esta forma se ha optado por una estantería que permite dos configuraciones posibles en función del largo y ancho, además de la posible elección del número de baldas y la distancia de separación entre las mismas.

Tras realizar las fases de identificación y selección, se ha llevado a cabo la creación de los modelos 3D junto con los respectivos planos, para posteriormente documentar la correspondiente hoja de información y registrarla en la BBDD.

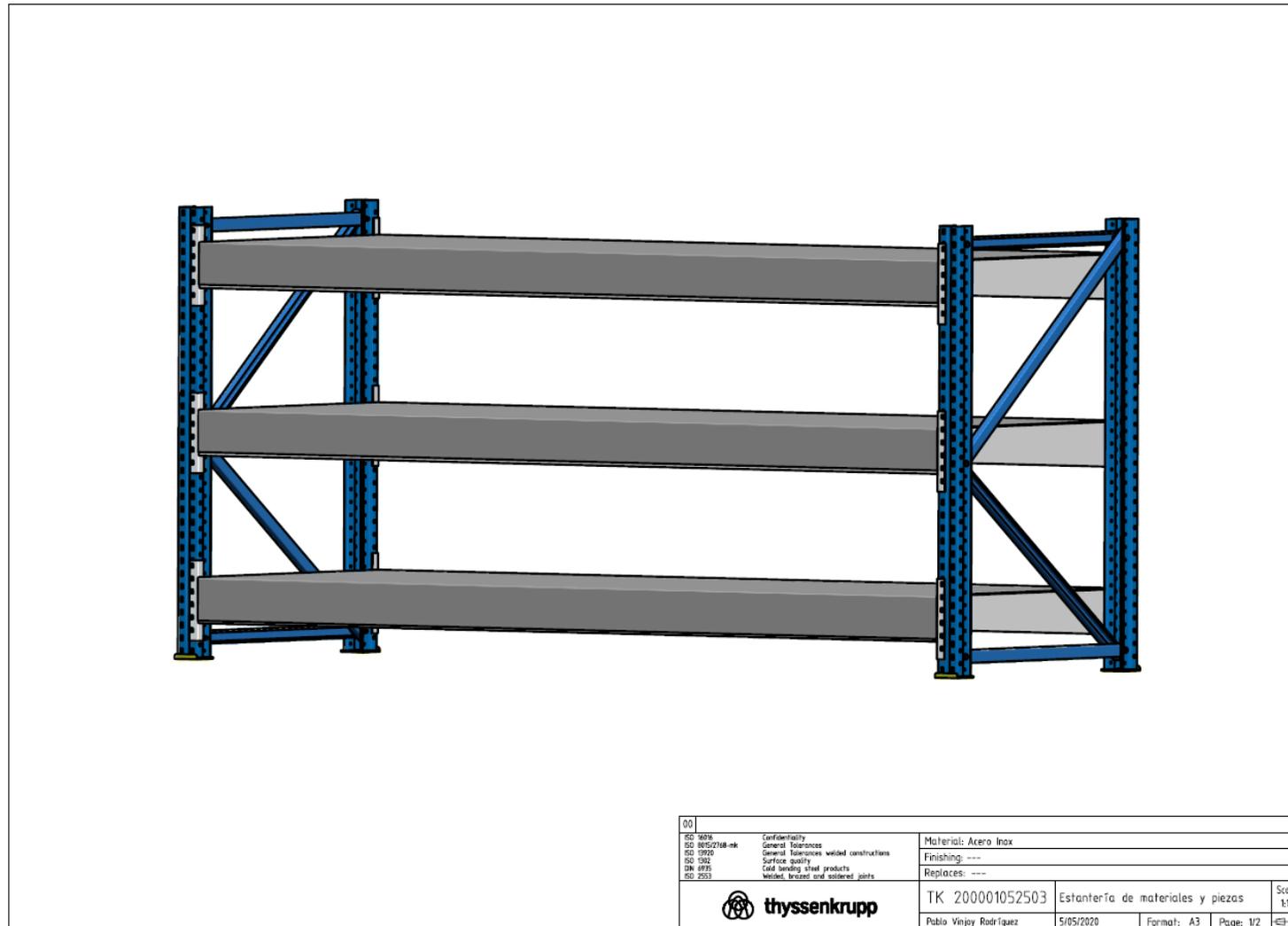


Figura 4.12. Modelo 3D de Estantería de materiales y piezas estandarizada.

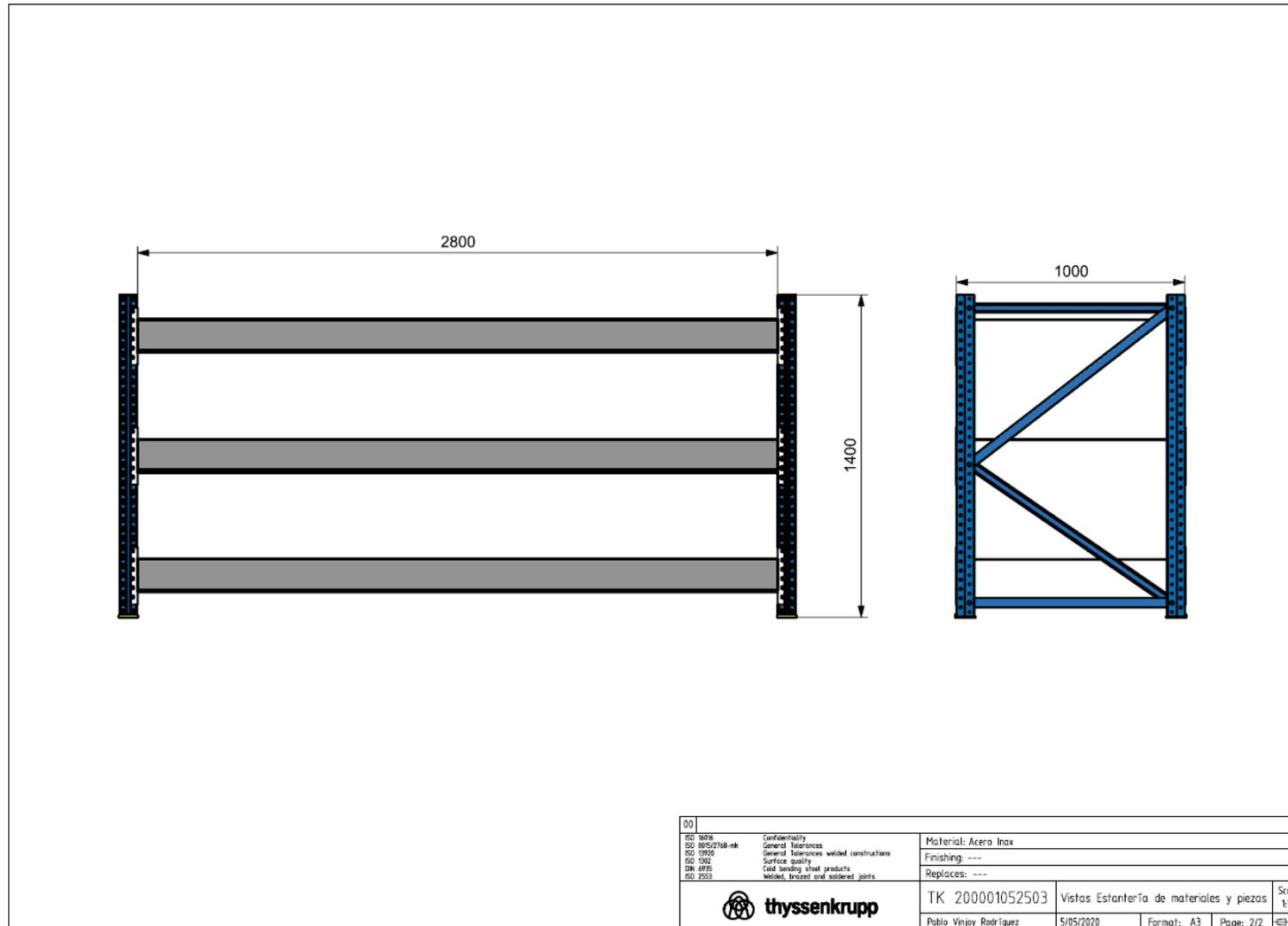
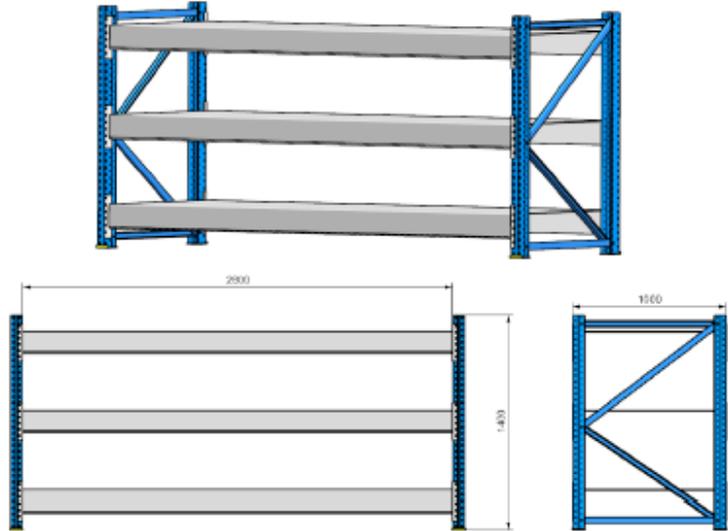


Figura 4.13. Planos de Estantería de materiales y piezas estandarizada.

Departamento de Procesos		Thyssenkrupp Norte Estandarización		 thyssenkrupp
Revisión: Mayo 2020		Esteras de materiales		
Explicación Uso	Empleadas para el almacén de materiales y piezas del proceso de fabricación.			
Material	Acero inoxidable			
Datos	Dimensiones:			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura: 1,40 m</li> <li>• Largo útil: Variable - 2,20 m / 2,80 m</li> <li>• Ancho útil: Variable - 0,80 m / 1,00 m</li> </ul>			
	Reglas de pintado:			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintura antideslizante, mate.</li> </ul>			
Color (Código)				
	Perfil lateral	tk brand Blue	RGB	000 160 245
	Baldas	White	RGB	255 255 255
	Tapas	tk Grey	RGB	217 222 232
Información Adicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 configuraciones posibles en función del largo y ancho (Ver Dimensiones).</li> <li>• Posibilidad de elección del número de baldas.</li> <li>• Regulación de la separación entre baldas.</li> </ul>			
Ejemplo				

Thyssenkrupp Norte



Figura 4.14. Hoja de información de Estantería de materiales y piezas estandarizada.

#### 4.1.3.3.- Protector de esquinas

Unos de los útiles o equipos que no abundan en el taller, pero que, sin embargo, la empresa está tratando de incorporar rápidamente son los protectores de esquinas. Este útil fácilmente identificable, es esencial actualmente en los talleres de las empresas con el fin de garantizar la seguridad de los trabajadores, evitando posibles cortes y golpes por parte de los mismos.

En este caso solo existía un tipo de protectores de esquinas en el taller, el cual cumplía perfectamente su función. Además, este útil era fabricado en el propio taller con chapa de 6 mm de espesor disponible en el mismo y pintado posteriormente en color amarillo en la propia sección de pintura. Por tanto, este mismo modelo de útil fue elegido como referencia, debido a los bajos costes que acarrea cumpliendo a su vez perfectamente su función.



*Figura 4.15. Protector de esquinas en taller.*

También se han realizado las fases relativas a la creación del modelo 3D y los respectivos planos, para finalmente completar las hojas de información correspondientes y registrarlas.

La estandarización de este útil ha conseguido disponer en el taller de protectores de esquinas en las zonas de tránsito, garantizando completamente la seguridad de los trabajadores a un bajo coste.

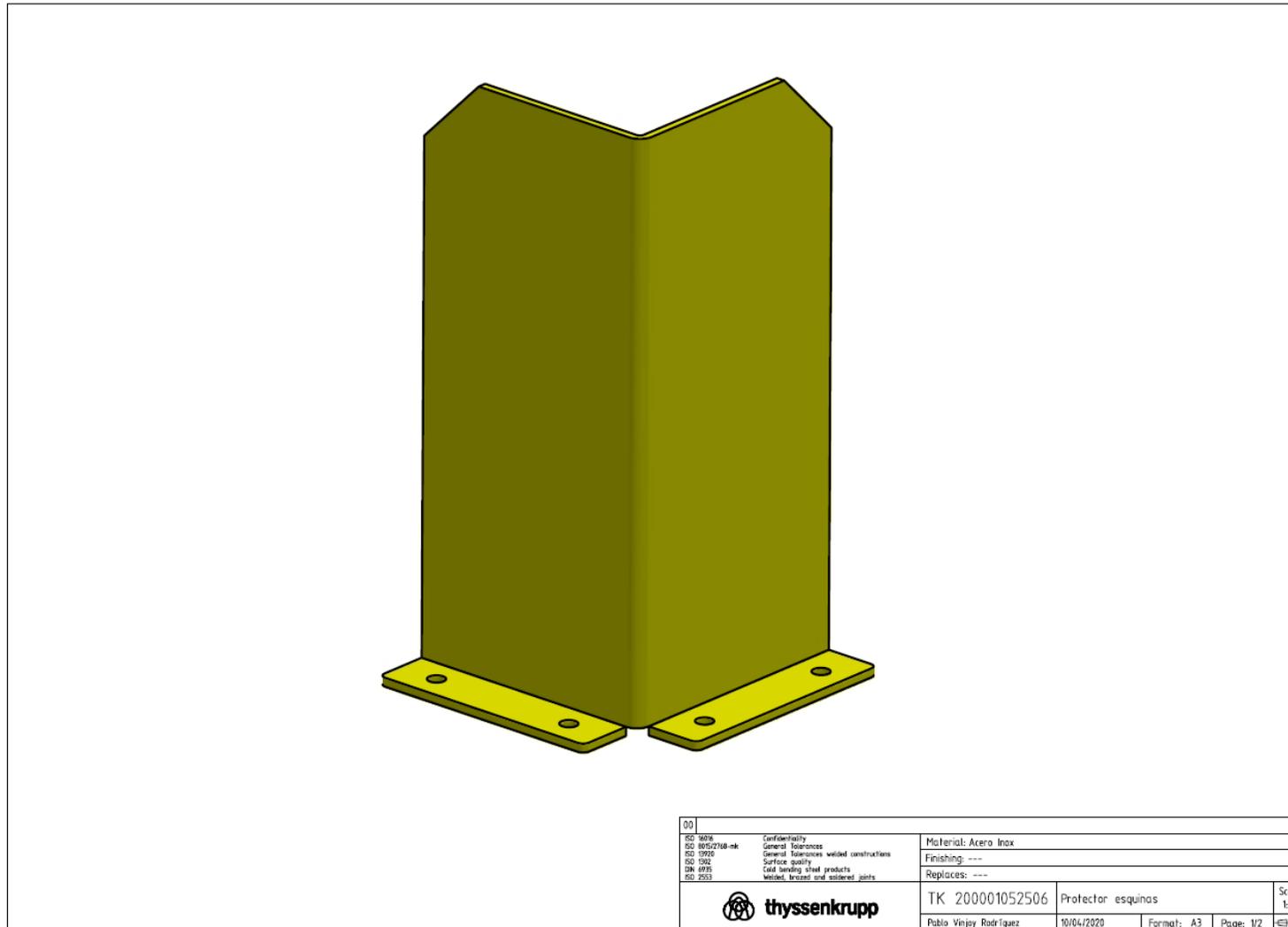


Figura 4.16. Modelo 3D de Protector de esquinas estandarizado.

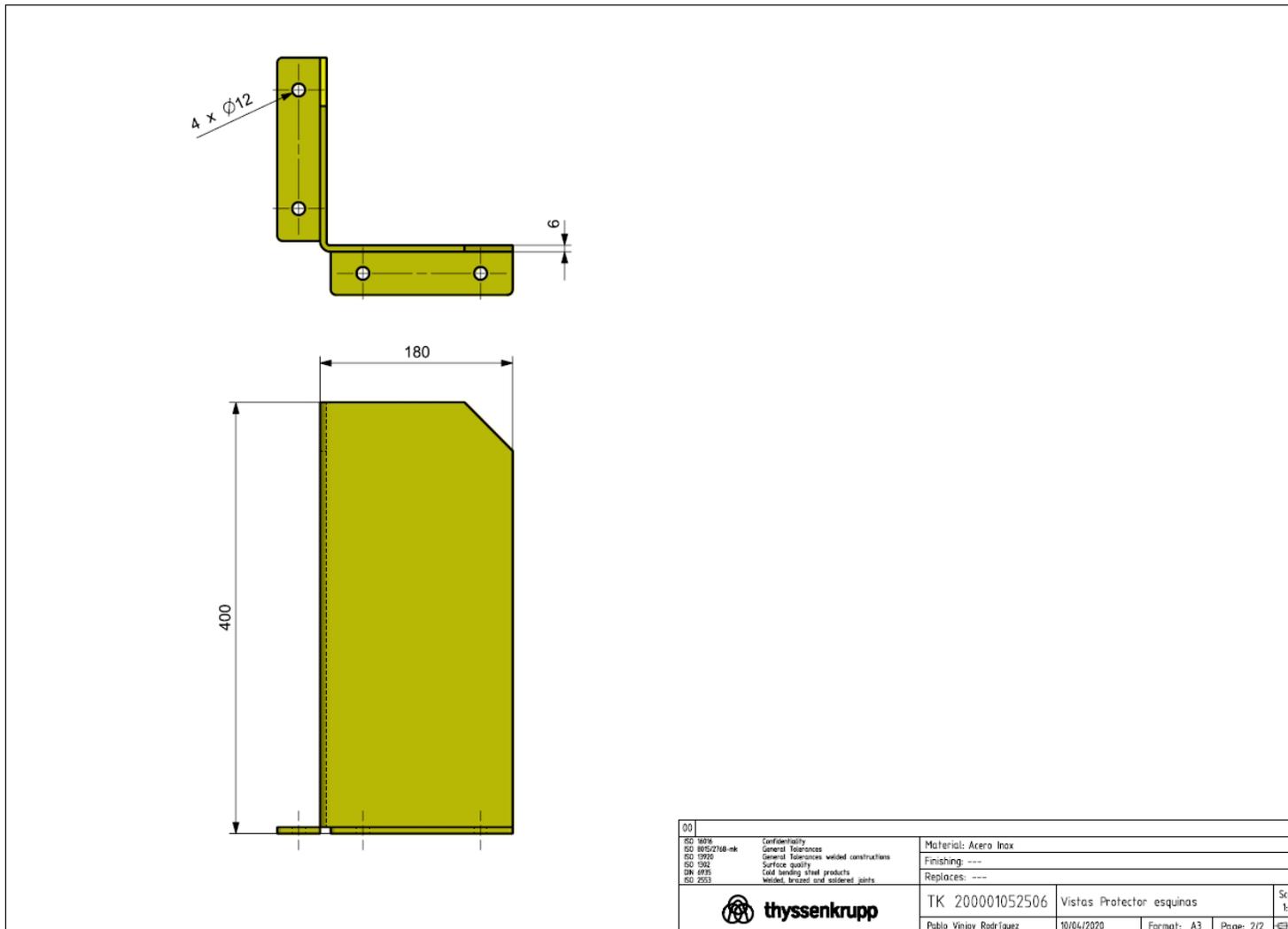
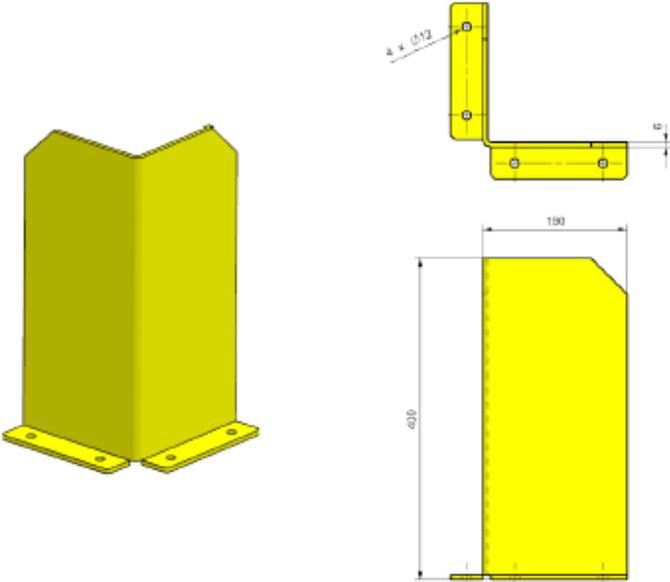


Figura 4.17. Planos de Protector de esquinas estandarizado.

Departamento de Procesos	Thyssenkrupp Norte Estandarización	 thyssenkrupp
Revisión: Abril 2020	Protector de esquinas	

Explicación Uso	Empleado como protección a baja altura frente a otros útiles (Estanterías, contenedores, etc).		
Material	Acero inoxidable		
Datos	Dimensiones:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espesor: 6 mm</li> <li>Alto: 40 cm</li> <li>Ancho: 18 x 18 cm</li> </ul>		
	Reglas de pintado:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Color: Amarillo (Pintura antideslizante, mate)</li> </ul>		
	Color (Código)		
	Zinc yellow	RGB	248 243 053
Información Adicional	Instalar como protección en útiles o elementos ubicados en zonas de tránsito de trabajadores o materiales.		
Ejemplo			

Thyssenkrupp Norte



Figura 4.18. Hoja de información de Protector de esquinas estandarizado.

#### 4.1.3.4.- Panel 6S

Uno de los útiles que no estaban presentes en el taller es el Panel 6S. Este panel ha sido creado debido a la falta en taller de un útil que permitiera visualizar el estado relativo a la metodología 6S.

Por tanto, este nuevo útil ha sido creado desde cero, siguiendo principalmente dos criterios: el económico y el funcional.

Este panel formado por una chapa de 6 mm y acabado en azul mate, es adquirido por la empresa a través de un proveedor externo, cumpliendo perfectamente con el primer criterio.

En cuanto a su funcionalidad, ha sido diseñado para controlar la metodología 6S, de forma que permita visualizar su estado a través de unas plantillas y pegatinas que también han sido creadas. Estas plantillas creadas para la visualización de la metodología 6S se explican con mayor detalle en el apartado 4.2.-*IMPLANTACIÓN 6S*.

En el caso de este útil no se ha realizado su modelo 3D, al tratarse simplemente de una chapa de 6 mm con las dimensiones indicadas en su hoja de información (Ver *Figura 4.20*). La complejidad de este útil radica como se ha comentado en las plantillas que incorpora. En la correspondiente hoja de información se puede observar un esquema de la distribución de las plantillas.

Conviene destacar tras la creación de este nuevo útil, la nueva necesidad por parte de la empresa de fabricar en su propio taller una estructura que permitiera soportar este Panel 6S. Dicha estructura se trata como un nuevo útil estandarizado en el siguiente subapartado (4.1.3.5.-*Estructura Panel 6S*).

Además, también se ha creado un esquema del taller de ajuste, indicando las diferentes zonas y secciones donde debe disponerse este Panel 6S.

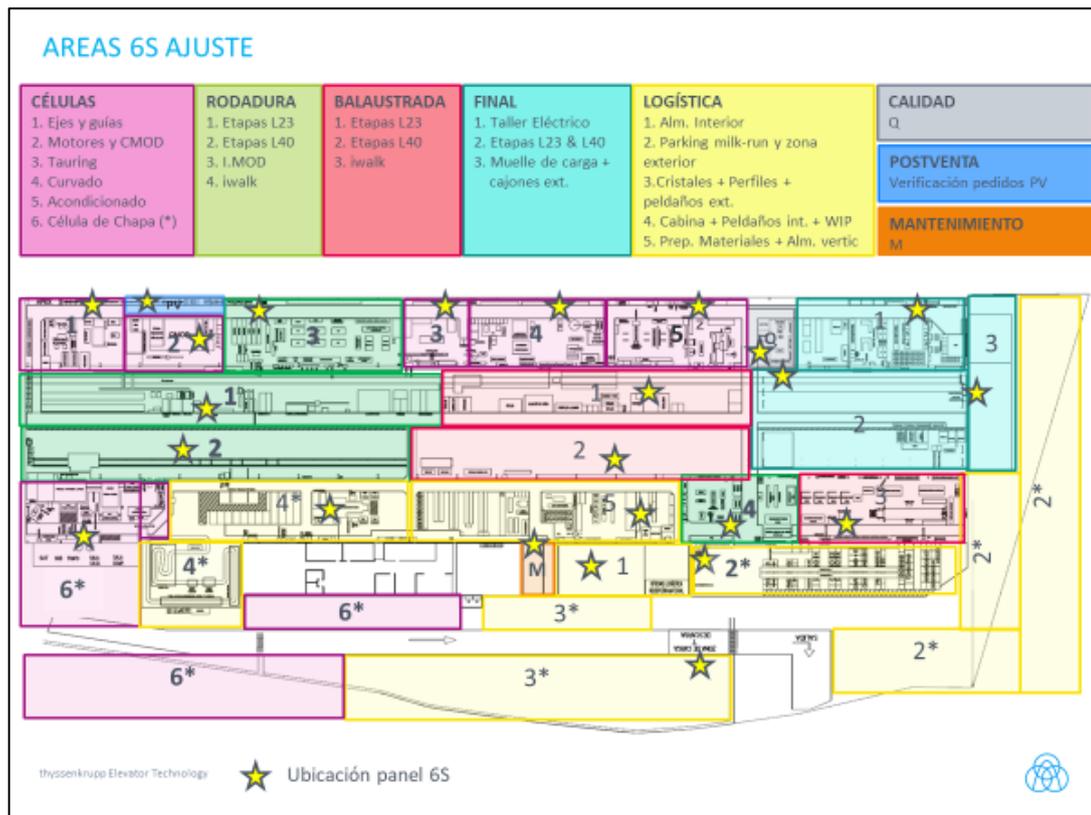


Figura 4.19. Ubicación del Panel 6S en el taller de ajuste.

La creación del Panel 6S ha permitido mostrar tanto en taller como en la propia oficina el estado de la metodología 6S de una forma rápida y visual a disposición de todos los empleados.

Departamento de Procesos		thyssenkrupp Norte Estandarización		thyssenkrupp	
Revisión: Abril 2020		Panel 6S			
Explicación Uso	Empleado para la visualización del estado relativo a la metodología 6S.				
Material	Plancha metálica galvanizada con vinilo azul				
Datos	Dimensiones:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alto: 103 cm</li> <li>Ancho: 68 cm</li> </ul>				
	Reglas de pintado:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pintura antideslizante, mate.</li> </ul>				
	Color (Código)				
	tk brand Blue	RGB	000 160 245		
Ejemplo			<p>Se debe colocar una de las siguientes pegatinas para indicar el estado:</p> 		

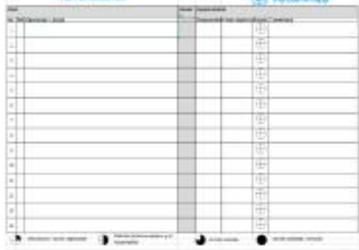
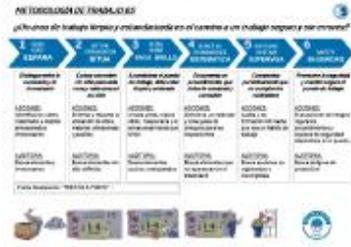
Figura 4.20. Hoja de información I de Panel 6S.

Departamento de Procesos
thyssenkrupp Norte  
Estandarización

Revisión: Abril 2020
Panel 6S


  
thyssenkrupp

- La distribución del panel debe ser la siguiente:

<p style="text-align: center;"><b>Plantilla de Equipos</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Plantilla LayOut</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Plantilla Auditoría</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Plan de Acción</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Diagrama Auditoría</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Plantilla OK / NO OK</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Process Overview</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Cuadro de Riesgos</b></p> 

Información Adicional




  
thyssenkrupp

Figura 4.21. Hoja de información II de Panel 6S.

#### 4.1.3.5.- Estructura Panel 6S

Como se ha comentado en el subapartado anterior, la creación del Panel 6S ha implicado la necesidad de diseñar un nuevo útil ya estandarizado para realizar la misión de servir como estructura al Panel 6S.

Para su diseño se ha seguido fundamentalmente el criterio económico, permitiendo su fabricación en el propio taller mediante perfiles de acero inoxidable de 30x30 mm, presentes de forma abundante en el inventario de la empresa.

Tras su selección y diseño, se han realizado posteriormente las fases relativas a la creación del modelo 3D y sus respectivos planos.

Para finalizar con el proceso de estandarización del útil se ha rellenado su hoja de información con los correspondientes datos, logrando registrar toda la documentación en la BBDD de la empresa.

La estandarización de este útil ha conseguido disponer en cada zona del taller los diferentes Paneles 6S que permiten visualizar el estado relativo a la metodología 6S. Todo ello de una forma económica mediante su fabricación en la propia empresa.

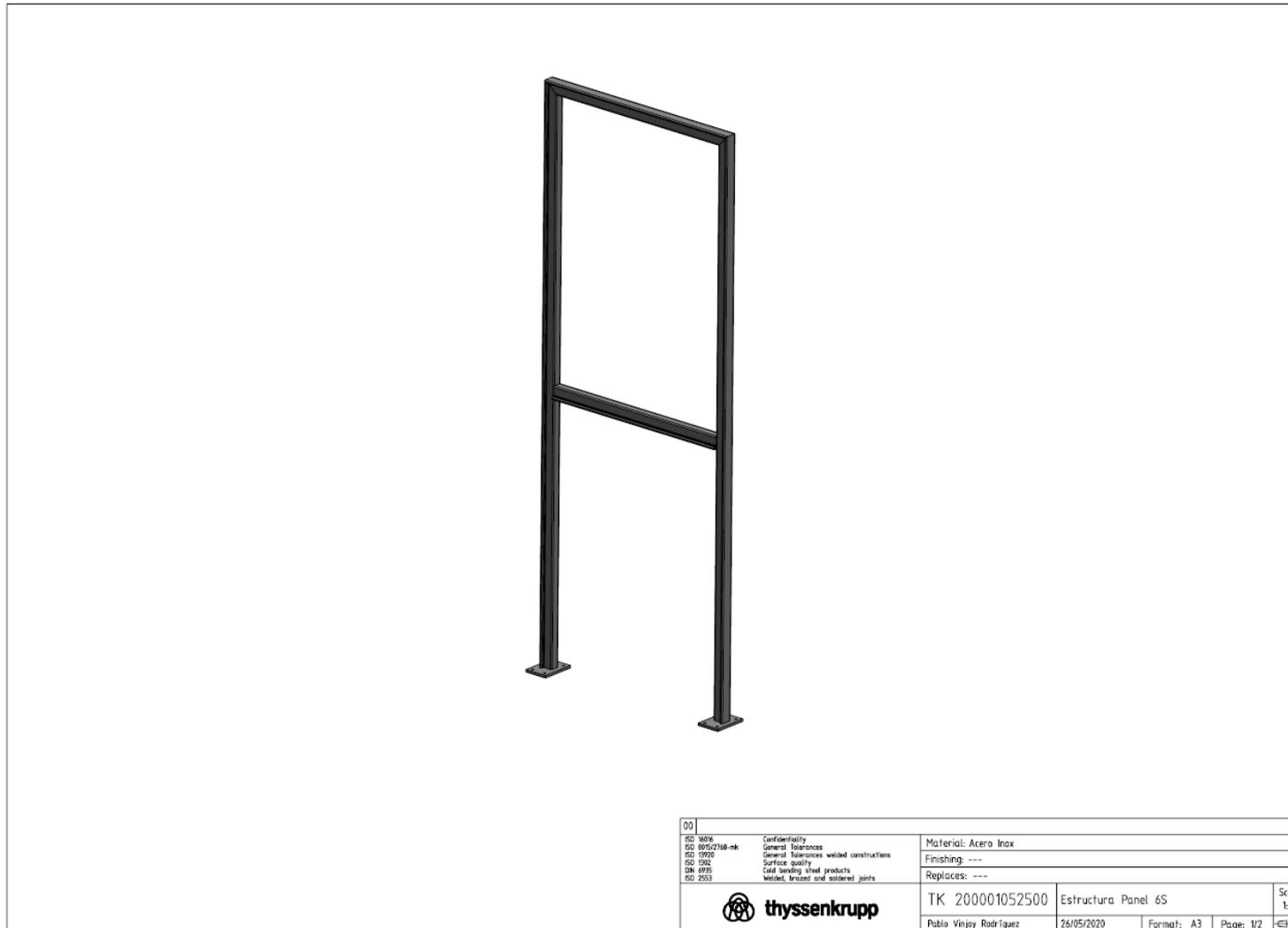


Figura 4.22. Modelo 3D de Estructura Panel 6S estandarizada.

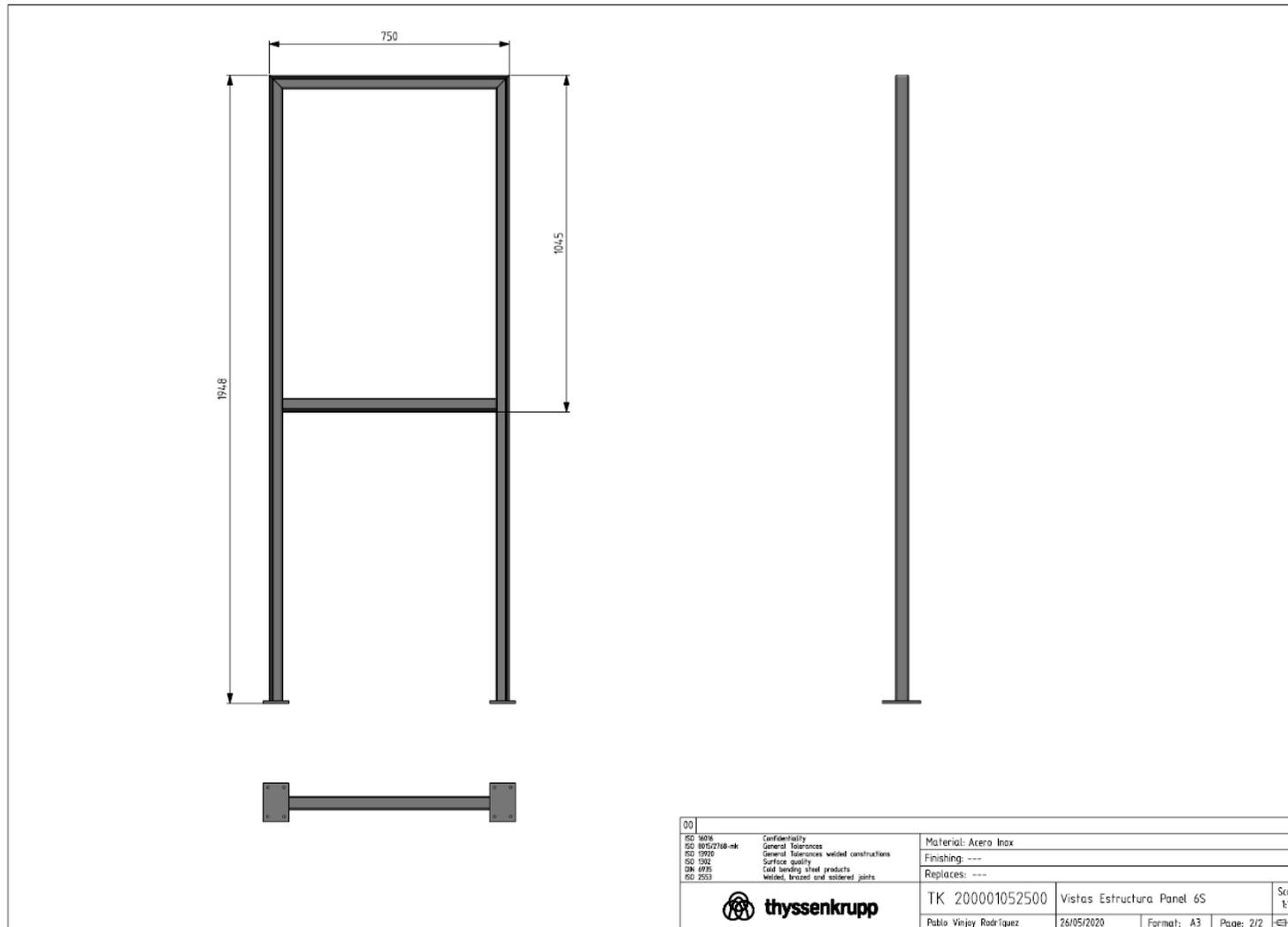
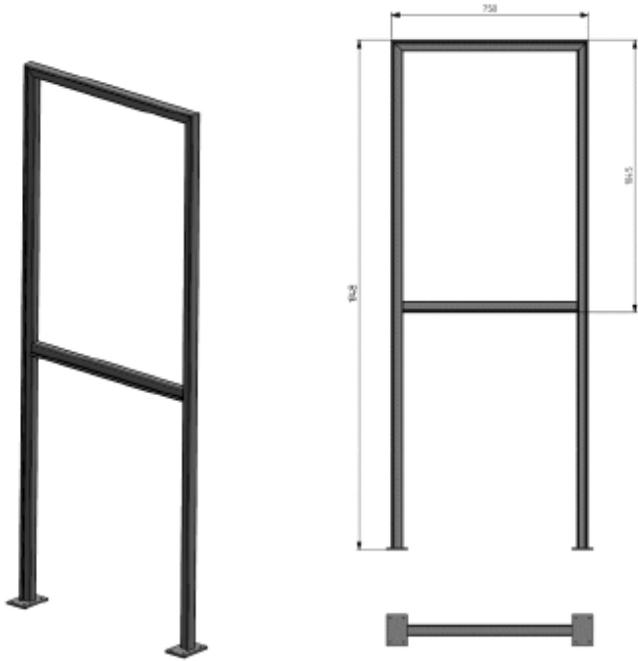


Figura 4.23. Planos de Estructura Panel 6S estandarizada.

<b>Departamento de Procesos</b>	Thyssenkrupp Norte Estandarización	 thyssenkrupp
Revisión: Mayo 2020	<b>Estructura Panel 6S</b>	

<b>Explicación Uso</b>	Empleado como estructura soporte del Panel 6S.		
<b>Material</b>	Acero inoxidable		
<b>Datos</b>	Dimensiones:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Altura: 1,95 m</li> <li>Ancho: 0,75 m</li> <li>Largo: 42 mm</li> </ul>		
	Reglas de pintado:		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pintura antideslizante, mate.</li> </ul>		
	Color (Código)		
	tk Dark Grey	RGB	075 085 100
<b>Información Adicional</b>	Instalar en cada sección del taller y oficinas, con el fin de realizar el seguimiento de las 6S en las diferentes zonas.		
<b>Ejemplo</b>			

Thyssenkrupp Norte



Figura 4.24. Hoja de información de Estructura Panel 6S estandarizada.

#### 4.1.3.6.- Soporte Útiles de limpieza

El estudio previo realizado, señaló también la falta de un equipo que sirviera como soporte para los útiles de limpieza de las diferentes zonas del taller. Por tanto, este equipo ha tenido que ser creado y diseñado desde cero con el fin de cumplimentar dicha función.

Su creación y diseño han sido basados principalmente en los criterios económicos y funcional.

Atendiendo al factor económico, se ha buscado la posible realización de este equipo en el propio taller de la fábrica, mediante el empleo de perfiles de 30x30 mm y una chapa de 8 mm de acero inoxidable, todo ello disponible en taller con un acabado en azul mate. No obstante, la fabricación completa del equipo no era rentable en el propio taller, siendo por tanto necesaria la adquisición de las ruedas y agarres a través de un proveedor externo.

En cuanto a su funcionalidad, ha sido diseñado para permitir su desplazamiento y soportar el número máximo de útiles en cada sección, atendiendo a la siguiente hoja de cálculo creada, donde se indica el tipo y el número de kits necesarios en cada una de las diferentes áreas del taller (Ver *Figura 4.25*).

	Sección	Área ES	Zonas en las que se necesitan	nº Kits	Escob.	Recogedc	Mop.	Fregon.	Cubc	Baldeado	Escobóí	Manguera	Cuelgue	Ubicación	
Revisado	Calderería	Zona 1	Preparación de materiales	1	x	x							1		
		Zona 2	Cabezas	1	x	x								1	
		Zona 3	Armados centrales	1	x	x								1	
		Zona 4	Etapas finales y pintura	1	x	x								1	
		Zona 5	Taller auxiliar y zonas ext.	1	x	x								1	
	Rodadura	Zona 1 (L23)	L23	3	x	x							3		
		Zona 2 (L40)	L40	2-3	x	x							2-3		
		Zona 3 (IMOD)	IMOD	2	x	x								2	
		Zona 4 (iwalk)	iwalk	2	x	x								2	
Revisado	Balastrada	Zona 1 (L23)	L23	2	x	x							2		
		Zona 2 (L40)	L40	2	x	x								2	
		Zona 3 (iwalk)	iwalk	1	x	x								1	
Revisado	Final	Zona 1 (T. eléctrico)	Taller eléctrico	1	x	x								1	
		Zona 2 (L23&L40)	Cizalla	1	x	x								1	
			L23	1	x	x		x						1	
		Zona 3 (Muelle de carga)	L40	1	x	x		x						1	
Revisado	Células	Zona 3 (Muelle de carga)	Muelle carga y cajones ON	1							x			1	
		Zona 1 (Ejes y guías)	Ejes y guías	1	x	x								1	
		Zona 2 (Motores y CMOD)	Motores y CMOD	1	x	x								1	
		Zona 3 (Tauring)	Tauring	1	x	x								1	
		Zona 4 (Curvado)	Curvado	1	x	x								1	
		Zona 5 (Acondicionado)	Acondicionado	1	x	x								1	
Revisado	Logística	Zona 6 (Célula chapa)	Cél. Chapa	1	x	x								1	
		Zona 1 (Alm. Interior)		2	x	x								2	
		Zona 2 (Milk-run)		1	x	x				x		x		1	
		Zona 3 (Crist+ perf+ peld)		1	x	x							x	1	
		Zona 4 (Cabina pint+ WIP)	Cabina pintura	3	x	x		x	x	x	x			3	
		Zona 5 (Prep. Materiales +	WIP	2	x	x		x							2
			Prep. Carro ET 2-3	1	x	x									1
Revisado	Calidad	Prep. Carro ET 4-5		1	x	x								1	
		Prep. Carro ET 10		1	x	x								1	
Revisado	Mantenimiento			1	x	x								1	

Figura 4.25. Hoja de cálculo explicativa del número de útiles de limpieza de cada sección y zona del taller.

Además, para facilitar su identificación, se ha diseñado un cartel donde se indican la sección y la zona correspondiente.



*Figura 4.26. Cartel indicativo de la sección y zona correspondiente al equipo Soporte Útiles de limpieza.*

Tras su identificación, selección y diseño, se ha creado su modelo 3D con sus respectivos planos. Posteriormente, se ha completado su hoja de información, registrando dicha documentación en la BBDD de la empresa.

La creación de este nuevo equipo ha permitido soportar y almacenar los diferentes útiles de limpieza de taller, garantizando un correcto orden y limpieza en cada zona.



Figura 4.27. Modelo 3D de SopORTE Útiles de limpieza estandarizado.

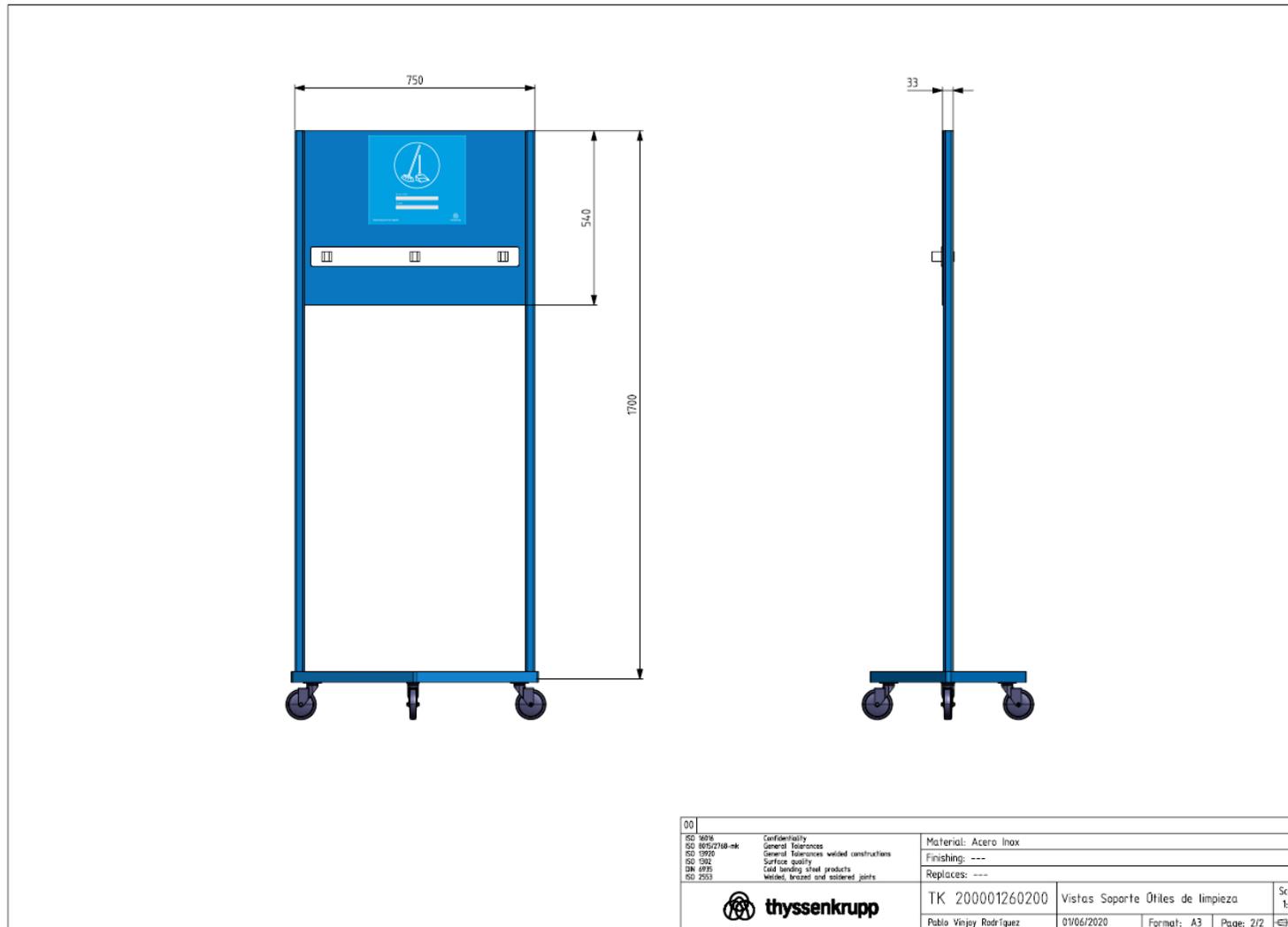


Figura 4.28. Planos de Soporte Útiles de limpieza estandarizado.

Departamento de Procesos		Thyssenkrupp Norte Estandarización		 thyssenkrupp	
Revisión: Junio 2020		Soporte Útiles de limpieza			
Explicación Uso	Empleado como estructura soporte de los diferentes útiles de limpieza.				
Material	Acero inoxidable				
Datos	Dimensiones:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura: 1,70 m</li> <li>• Ancho: 0,75 m</li> <li>• Largo: 33 mm</li> </ul>				
	Reglas de pintado:				
Color (Código)					
tk brand Blue		RGB		000 160 245	
Información Adicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar en cada sección del taller.</li> <li>• Posibilidad de desplazamiento con ruedas en caso de necesidad.</li> <li>• Número máximo de agarres: 6</li> </ul>				
Ejemplo					

Thyssenkrupp Norte



Figura 4.29. Hoja de información de Soporte Útiles de limpieza estandarizado.

#### 4.1.3.7.- Carro Etapa 1

Otros de los útiles sobre los que se ha realizado el proceso de estandarización han sido los carros de las diferentes etapas del proceso de fabricación. Estos útiles, son esenciales en el taller para lograr transportar de una forma rápida y ordenada todas las piezas y materiales necesarios para la fabricación de la escalera o pasillo correspondiente.

En este caso solo se ha estandarizado el carro de la etapa 1 del proceso debido a la falta de tiempo. En la primera etapa de identificación, se han detectado varios tipos de carro para realizar esta función, tal y como se puede observar en la siguiente figura:



*Figura 4.30. Carros de Etapa 1 sin estandarizar con diferentes configuraciones.*

Posteriormente en la etapa de selección, el siguiente carro (Ver *Figura 4.31*) fue elegido como referencia, ya que además de cumplir perfectamente su función, era el carro más abundante en el taller, disminuyendo de esta forma los costes asociados a su adquisición a través del proveedor externo correspondiente. Además, el carro seleccionado garantizaba una distribución más ordenada y sistematizada de las piezas y materiales en el mismo.

Otro de los factores influyentes a la hora de selección del carro ha sido su facilidad de desplazamiento, tanto mediante sus ruedas inferiores, como con la ayuda de carretillas elevadoras debido a la presencia de unas juntas en la parte inferior que permiten su transporte con la ayuda de estos vehículos.

También se ha incorporado un añadido al carro, una placa lateral para disponer la lista de piezas, facilitando la labor del operario a la hora de completar y reponer el carro con los materiales correspondientes.



*Figura 4.31. Carro de Etapa 1 seleccionado como referencia para la estandarización.*

Posteriormente, se han realizado las fases relativas a la creación del modelo 3D y los respectivos planos, para finalmente completar las hojas de información correspondientes y registrarlas.



Figura 4.32. Modelo 3D de Carro de Etapa 1 estandarizado.

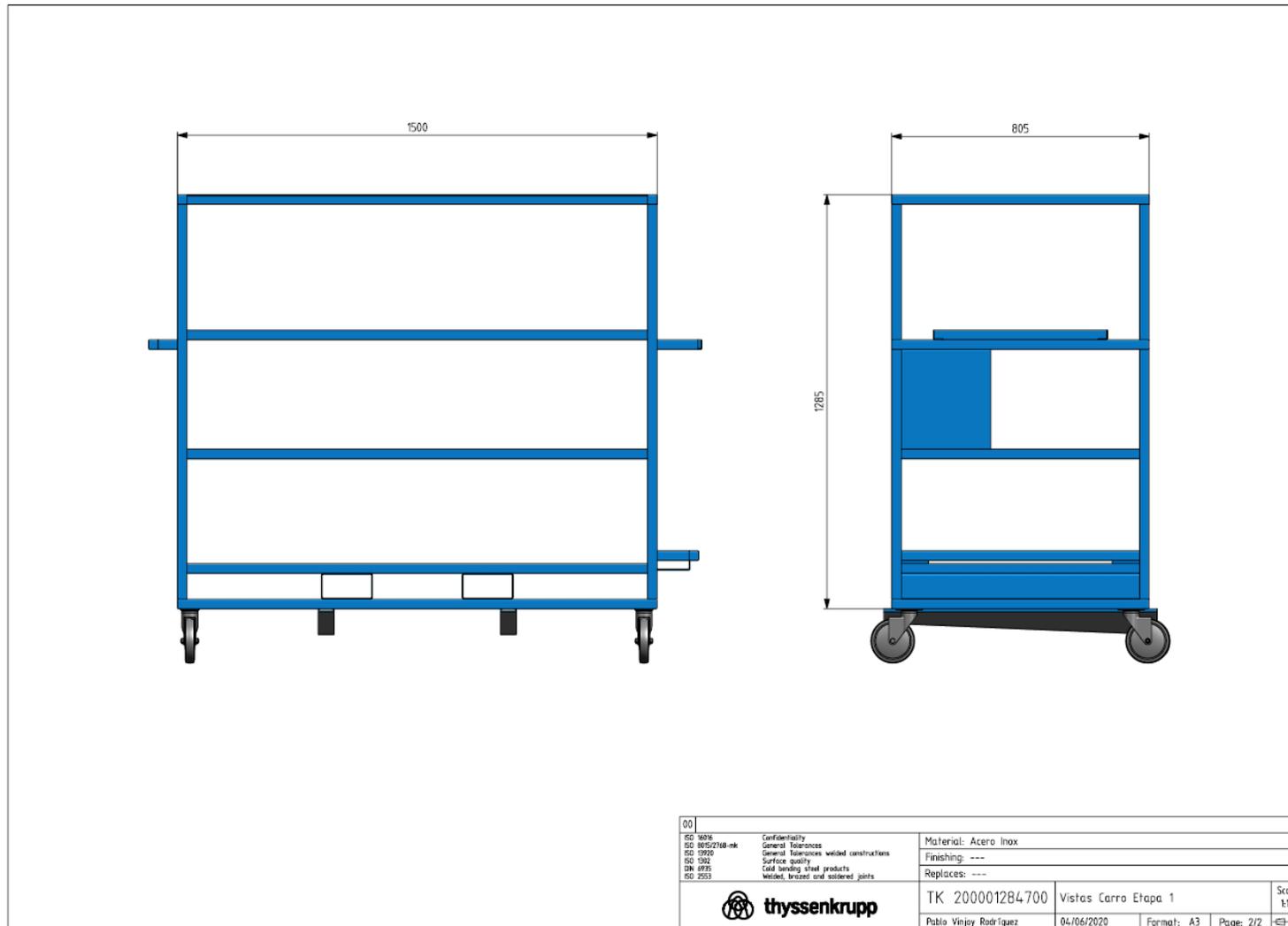
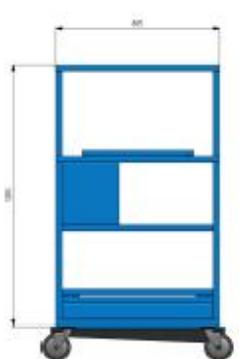


Figura 4.33. Planos de Carro de Etapa 1 estandarizado.

Departamento de Procesos		Thyssenkrupp Norte Estandarización		 thyssenkrupp
Revisión: Junio 2020		Carro Etapa 1		
Explicación Uso	Empleado para el almacén y transporte de materiales correspondiente a la Etapa 1.			
Material	Acero inoxidable			
Datos	Dimensiones:			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura: 1,285 m</li> <li>• Ancho: 1,50 m</li> <li>• Largo: 0,805 m</li> </ul>			
	Reglas de pintado:			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintura antideslizante, mate.</li> </ul>			
	Color (Código)			
	tk brand Blue	RGB	000 160 245	
Información Adicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reponer materiales del carro en cada turno de trabajo.</li> <li>• Posibilidad de desplazamiento manual con ruedas.</li> <li>• Posibilidad de desplazamiento con carretillas elevadoras.</li> </ul>			
Ejemplo				
				

Thyssenkrupp Norte



Figura 4.34. Hoja de información de Carro Etapa 1 estandarizado.

La estandarización de este útil ha conseguido disponer en el taller de unos carros para la etapa 1 del proceso, capaces de almacenar y transportar las piezas y materiales necesarios de una forma sistematizada y ordenada. Además, la lista de piezas que se ha incorporado ha permitido disminuir los fallos por falta de materiales en el proceso, contribuyendo así a un aumento de la productividad.

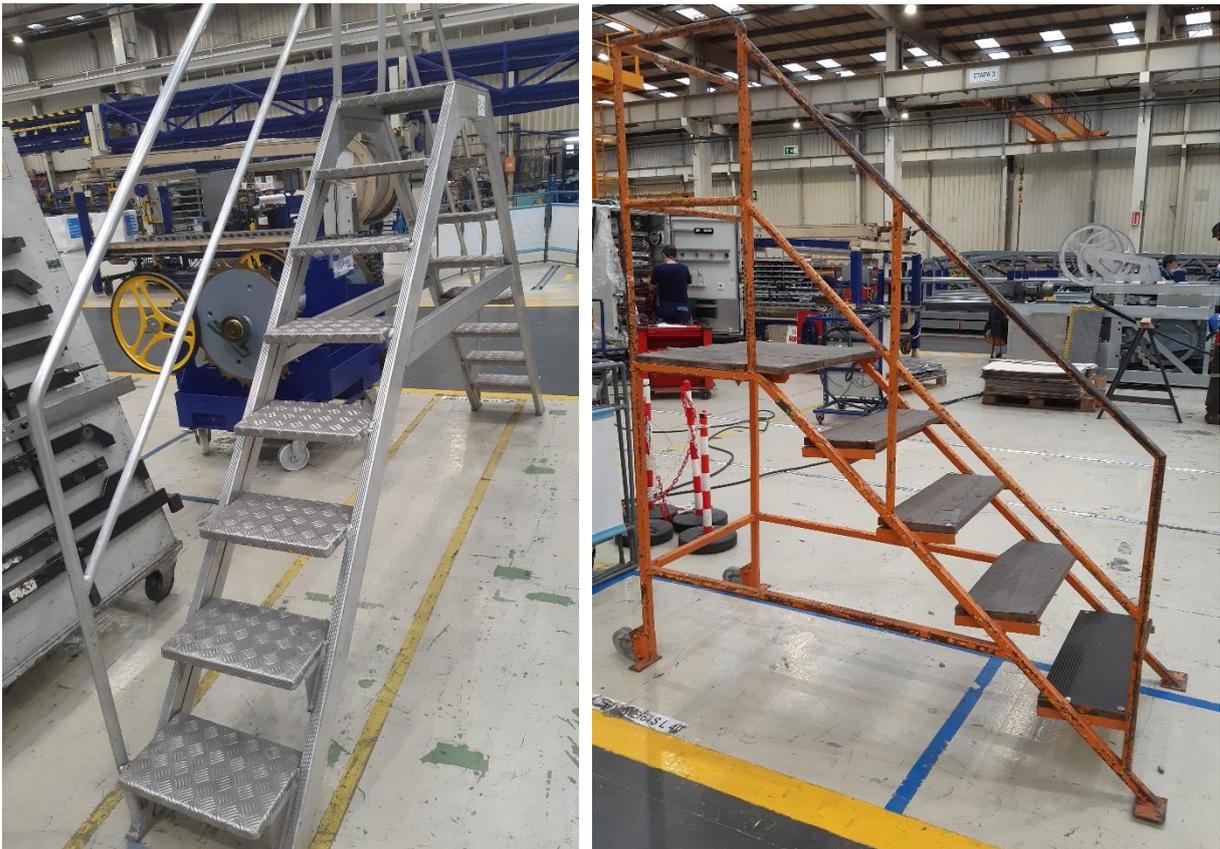
Como se ha comentado existen diferentes carros para cada etapa del proceso, siendo el carro de la etapa 1 el único que ha sido estandarizado hasta el momento. Sin embargo, como es evidente, es necesario estandarizar también en un futuro cercano el resto de los carros de cada etapa.

#### **4.1.3.8.- Escalera Útil de Claas**

Para ayudar a los operarios a realizar las diferentes operaciones de fabricación en el taller de ajuste se dispone de escaleras, unos útiles o equipos muy importantes y fácilmente identificables en el propio taller.

Este útil permite a los operarios acceder a zonas de difícil acceso a la hora de fabricar la escalera o pasillo correspondiente, garantizando al mismo tiempo su seguridad.

En este caso existían muchos tipos de escaleras procedentes de un proveedor externo con una altura útil similar, pero con dimensiones y aspectos visuales diferentes, siendo por tanto necesario realizar este proceso de estandarización.



*Figura 4.35. Escaleras sin estandarizar con diferente forma y altura.*

Para la fase de selección de la escalera de referencia, se ha seguido principalmente un motivo funcional, optando por una escalera bilateral que permite el trabajo simultáneo por ambos lados y a diferentes alturas, logrando el acceso por parte del operario a todas las zonas necesarias.

Otro factor que se ha tenido en cuenta es la altura de la barandilla, ya que esta debe siempre garantizar completamente la seguridad del operario.



*Figura 4.36. Escalera seleccionada como referencia para el proceso de estandarización.*

Una vez identificada y seleccionada la escalera, se ha procedido a realizar las fases relativas a la creación del modelo 3D y los respectivos planos, para finalmente completar la documentación correspondiente y registrarla en la BBDD.

De esta forma, mediante la estandarización de este útil, se ha conseguido disponer en el taller de escaleras estandarizadas que garantizan completamente la seguridad del operario, al mismo tiempo que permiten aumentar la productividad debido al uso simultáneo por ambos lados.

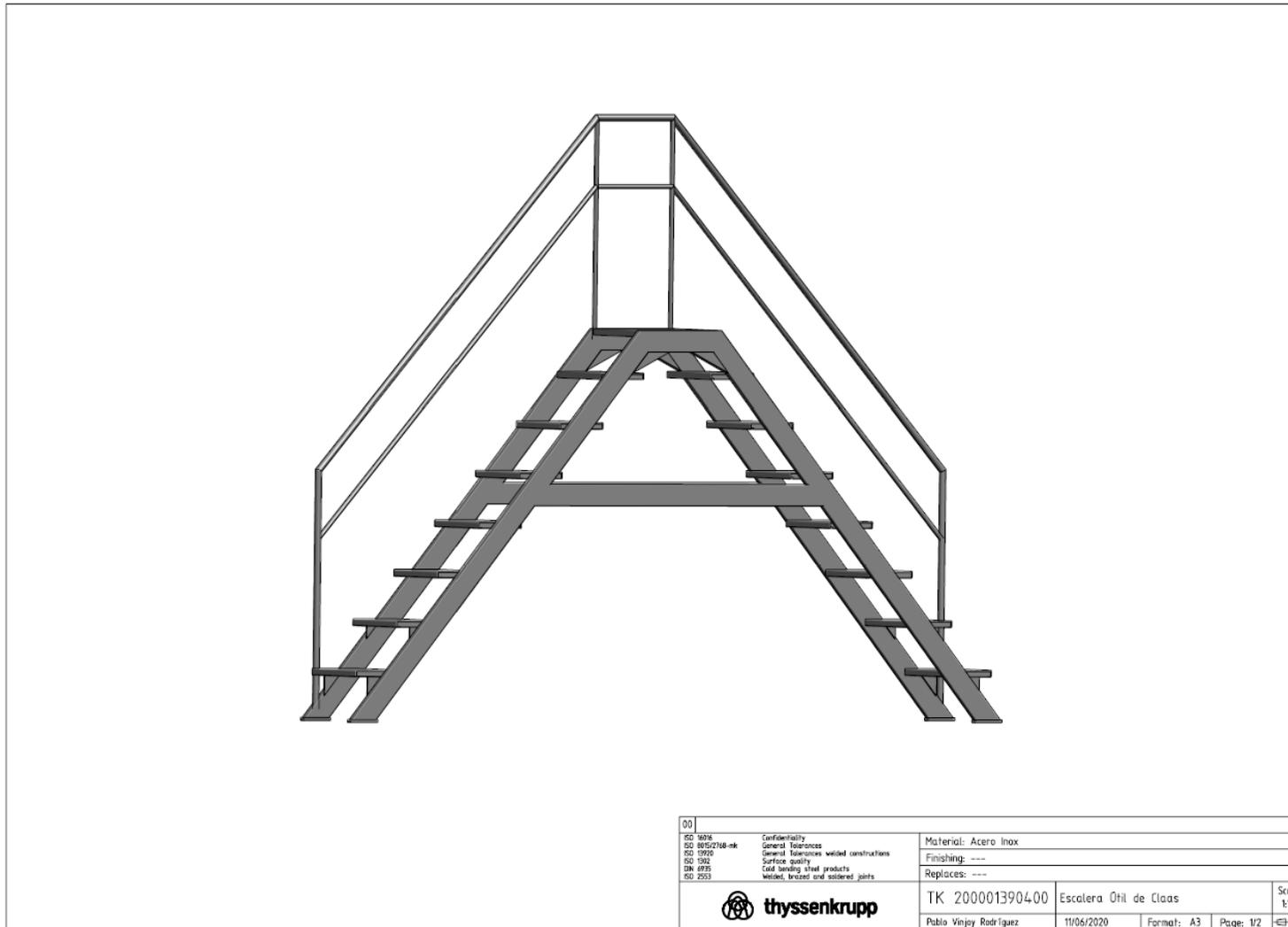


Figura 4.37. Modelo 3D de Escalera Útil de Claas estandarizada.

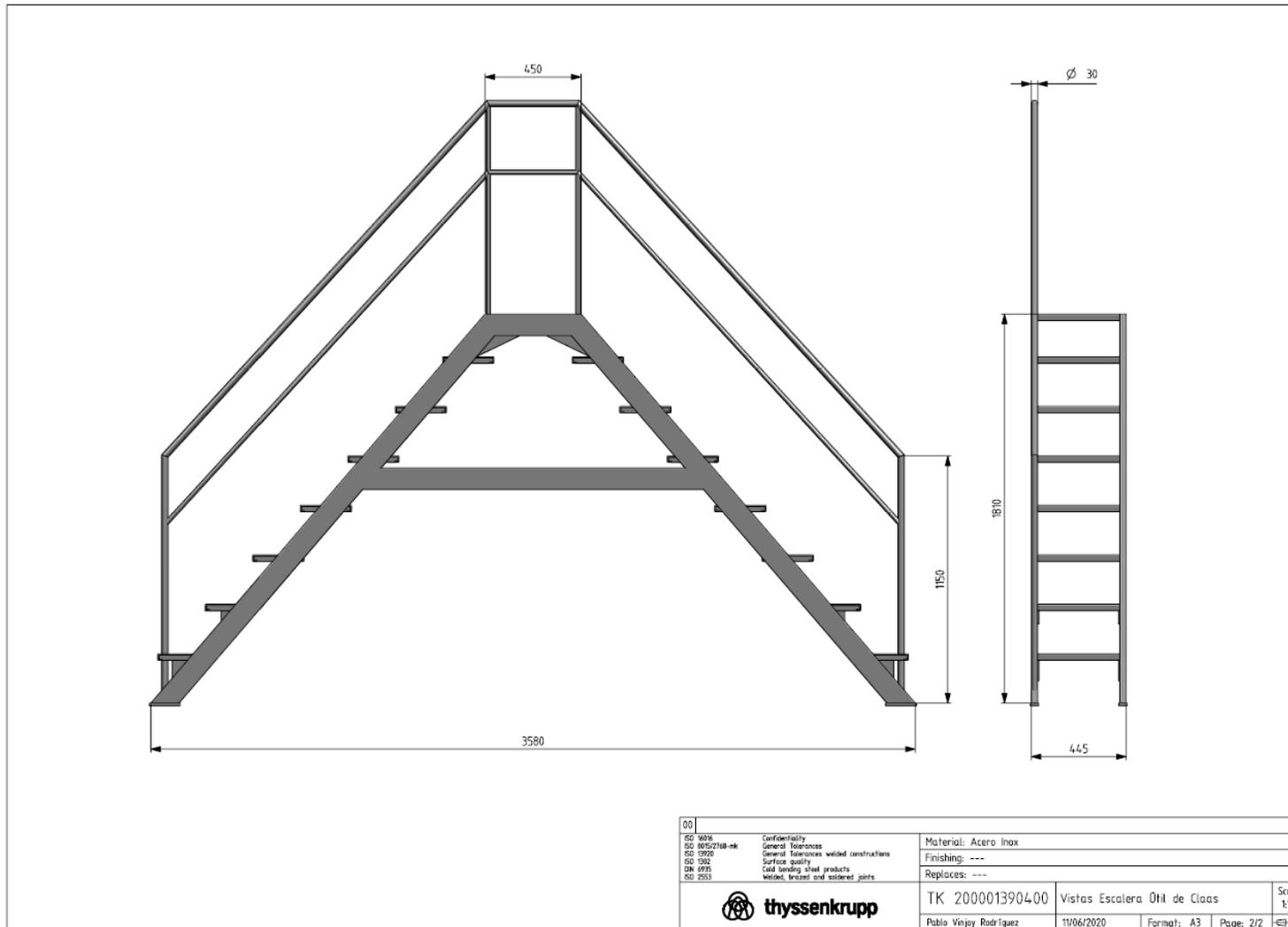
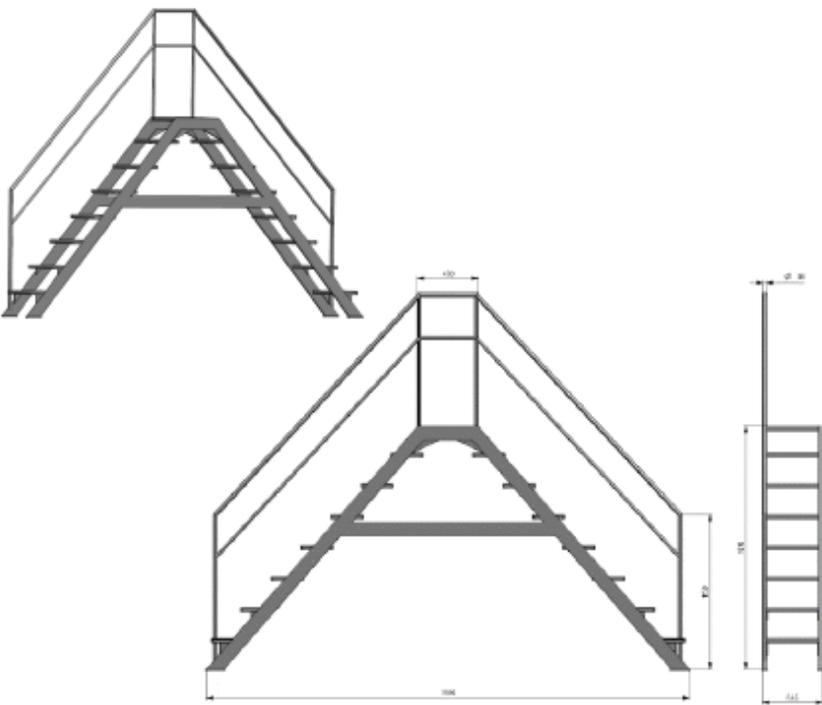


Figura 4.38. Planos de Escalera Útil de Claas estandarizada.

Departamento de Procesos		Thyssenkrupp Norte Estandarización		 thyssenkrupp	
Revisión: Junio 2020		Escalera Útil de Claas			
Explicación Uso	Empleado para facilitar el montaje en la etapa de Claas de la línea de producción.				
Material	Acero inoxidable				
Datos	Dimensiones:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura: 1,810 m</li> <li>• Ancho: 3,580 m</li> <li>• Largo: 0,445 m</li> </ul>				
	Reglas de pintado:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintura antideslizante, mate.</li> </ul>				
	Color (Código)				
	tk Dark Grey	RGB	075 085 100		
Información Adicional	Posibilidad de empleo simultáneo por ambos lados.				
Ejemplo					

Thyssenkrupp Norte



Figura 4.39. Hoja de información de Escalera Útil de Claas estandarizada.

## 4.2.- IMPLANTACIÓN 6S

Otra de las grandes metodologías de mejora continua que la empresa Thyssenkrupp Norte ha logrado implantar ha sido la metodología 6S. Esta metodología de mejora continua tiene como principal objetivo conseguir la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Como se ha comentado con anterioridad, dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción de los trabajadores, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo.

Conviene destacar, que la sexta “S” debe su nombre al concepto de seguridad (Safety) que la empresa ha conseguido implantar, concepto muy importante y destacable en todas las empresas actuales que buscan lograr una alta competitividad en el mercado.

Para mostrar la implantación de esta metodología de forma clara y ordenada, se expone en primer lugar un análisis de la situación previa a la implantación de dicha mejora, incluyendo las diferentes causas y factores que han llevado a la empresa Thyssenkrupp Norte a optar por la implantación de la metodología 6S.

Posteriormente, en el siguiente subapartado, se describen de forma específica las diferentes plantillas y hojas de información creadas para permitir una correcta implantación y ejecución de la metodología en la empresa.

Tras mostrar el estado previo a la mejora y las plantillas de información, se muestran las diferentes zonas donde se encuentra implantada dicha metodología, aportando además, los diferentes útiles o equipos diseñados para facilitar su aplicación.

Por último, se muestran diferentes gráficos creados con el objetivo de reflejar los resultados obtenidos mes a mes por la empresa tras la implantación. Estos gráficos permiten realizar además un correcto control y seguimiento. También se exponen brevemente otros medios o ayudas que permiten a la empresa realizar una supervisión periódica de la metodología 6S.



Por otro lado, como es evidente, en numerosas ocasiones no es posible seguir todas las actividades planteadas desde el inicio del proyecto, siendo necesario desviarse ligeramente del plan de acción, debiendo anotar estas modificaciones. Esta ha sido una de las principales causas por las que la empresa ha optado por dicha implantación, permitiendo que estas modificaciones del plan de acción sean anotadas y transmitidas al resto de empleados correctamente, garantizando así un entorno de trabajo ordenado y eficiente.

Otra de las principales causas detectadas, guarda una estrecha relación con la distribución de los materiales y equipos en el entorno de trabajo. De esta forma, se ha analizado que los materiales y equipos de cada zona de trabajo no se encontraban siempre distribuidos de la misma forma, aumentando así los tiempos de búsqueda. Además, tampoco se disponía de ninguna información de cara a los empleados, que les recordara las actividades a realizar con el fin de garantizar la correcta limpieza y orden de su zona de trabajo. La implantación de esta metodología ha permitido mejorar este entorno, logrando una distribución sistematizada, ordenada y limpia.

Un nuevo aspecto negativo encontrado a posteriori, reflejaba la falta de información de cara al trabajador sobre cómo estaba llevando a cabo las diferentes actividades. De esta forma se ha considerado necesario reflejar en cada zona una calificación sobre dichas actividades.

En este estado previo a la mejora, la empresa también presentaba algún ligero problema de seguridad en los empleados, debido a que los mismos no hacían un uso conveniente de los diferentes equipos de protección. Para garantizar completamente la seguridad, la empresa ha logrado con esta implantación 6S, disponer en cada zona de trabajo un cartel informativo con los equipos de protección individual de uso obligatorio.

Un último punto negativo que se ha encontrado, ha sido la necesidad de disponer de algún útil o equipo que permitiera visualizar de una forma rápida toda la información anterior, evitando así una cantidad innecesaria de documentos que además podían perderse fácilmente.

Todas estas causas han obligado a la empresa a optar por dicho proceso de implantación, garantizando un entorno de trabajo eficiente y productivo, logrando mejorar la empresa día a día.

Sin embargo, esta implantación 6S debe mantenerse en el tiempo, buscando su implantación en un mayor número de zonas y ámbitos de la empresa. Además, es necesario garantizar un continuo control y supervisión de esta metodología, empleando diferentes medios y equipos a disposición de la empresa, los cuales se exponen con mayor detalle en el apartado 4.2.4.1.-*Supervisión y control*.

#### **4.2.2.-Metodología 6S. Plantillas y hojas de información**

Con el objetivo de realizar una correcta implantación de esta metodología siguiendo sus cinco principios básicos (Ver apartado 3.8.2.-*Principios 5S*), la empresa Thyssenkrupp Norte ha diseñado una serie de plantillas que deben ser rellenadas por diferentes miembros. Estas plantillas han sido creadas principalmente en función de las causas y deficiencias observadas en la empresa en el estado previo a dicha implantación, tal y como se ha comentado en el anterior subapartado.

Se trata, en concreto, de ocho plantillas u hojas de información en tamaño de hoja A4, las cuales se encuentran integradas en cada zona, permitiendo en todo momento la visualización del estado relativo a la metodología 6S.

Estas plantillas u hojas de información pueden ser de dos tipos: el primer tipo consiste en plantillas que los propios empleados deben rellenar atendiendo a diferentes características; en cambio, el segundo tipo aporta información al empleado sobre el entorno de trabajo y la metodología 6S. Además, conviene destacar que una de las plantillas de dichos paneles expone el cuadro de riesgos correspondiente a la zona, permitiendo así controlar y mejorar el concepto de seguridad, dotando a la empresa de esa sexta “S”.

A continuación, se explican de forma específica las diferentes plantillas u hojas de información que han sido creadas para favorecer la implantación de las 6S.

- **Plantilla Equipos**

Esta plantilla era la única ya existente en el estado previo a la implantación, de forma que se ha mantenido sin modificaciones debido a que cumple perfectamente su principal función. Los respectivos trabajadores de la zona deben rellenar esta plantilla, indicando la actividad principal que realizan junto con el nombre del responsable, lo cual permite mantener un sencillo control de las diferentes actividades realizadas. (Ver *Figura 4.41*).

- **Plantilla Plan de acción**

En algunos casos no es posible seguir todas las actividades planteadas desde el inicio del proyecto en el plan de acción, siendo necesario anotar las correspondientes desviaciones. Esta ha sido la causa principal por la que se ha creado esta plantilla, permitiendo que estas modificaciones del plan de acción sean anotadas junto con el principal responsable de la decisión. De esta forma, estas modificaciones pueden ser transmitidas al resto de empleados, garantizando así un entorno de trabajo ordenado y eficiente. (Ver *Figura 4.42*).

- **Plantilla LayOut**

Esta nueva plantilla ha sido creada con el objetivo de esquematizar la distribución de cada zona, indicando los diferentes puntos de interés y la ubicación de los diferentes materiales y equipos, logrando una distribución sistematizada, ordenada y limpia. Todo esto permite disminuir los tiempos de búsqueda de materiales y equipos. Además, esta plantilla también indica la ruta de inspección propuesta para la auditoría. (Ver *Figura 4.43*).

- **Plantilla OK / NO OK**

Esta plantilla ha sido creada para ofrecer visualmente al trabajador información sobre la correcta distribución de los materiales y equipos de la zona de trabajo. Por tanto, se encuentra muy relacionada con la plantilla del LayOut, ya que ambas tienen como misión favorecer un entorno de trabajo ordenado y eficiente. (Ver *Figura 4.44*).

- **Plantilla Process Overview**

Otra de las causas de la implantación 6S, reflejaba la falta de información de cara al trabajador sobre cómo realizar las diferentes actividades favoreciendo la propia metodología. Para solucionarlo, se ha creado la plantilla denominada Process Overview, la cual enumera de forma resumida las diferentes fases y acciones relativas a la metodología 6S de la zona. (Ver *Figura 4.45*).

- **Plantilla Calificación auditoría**

Con el fin de valorar las diferentes actividades en relación a las 6S y obtener una nota final, se ha creado esta plantilla, la cual debe ser rellenada por la correspondiente auditoría. Esta calificación permite optar por la realización de ciertos cambios o modificaciones en la zona, en caso de ser necesarios debido a una nota demasiado baja. (Ver *Figura 4.46*).

- **Plantilla Diagrama auditoría**

Esta plantilla se encuentra directamente relacionada con la plantilla de calificación de auditoría. Se ha diseñado para representar de forma gráfica la calificación obtenida en relación a las 6S por las auditorías en cada semana de cada mes, permitiendo así una rápida visualización. Esta representación de la calificación puede ubicarse en zona verde, amarilla o roja. (Ver *Figura 4.47*).

- **Plantilla Cuadro de riesgos**

El estado previo a la mejora también mostraba algún ligero problema de seguridad, debido a que los trabajadores no hacían un uso conveniente de los diferentes equipos de protección. Para garantizar completamente la seguridad, la empresa ha diseñado esta plantilla, donde se indican los principales riesgos de la zona, así como los equipos de protección de uso obligatorio. (Ver *Figura 4.48*).



Plan de Acción 6S					
Area:		Semana	Equipo Auditor		
No.	Ref Desviación / Acción	Responsab	Fecha objeti	Estado	Comentario
1				⊕	
2				⊕	
3				⊕	
4				⊕	
5				⊕	
6				⊕	
7				⊕	
8				⊕	
9				⊕	
10				⊕	
11				⊕	
12				⊕	
13				⊕	
14				⊕	

 Desviación / Acción registrada

 Definida la fecha objetivo y el responsable

 Acción iniciada

 Acción validada / cerrada

Figura 4.42. Plantilla Plan de acción.



Figura 4.43. Plantilla LayOut.

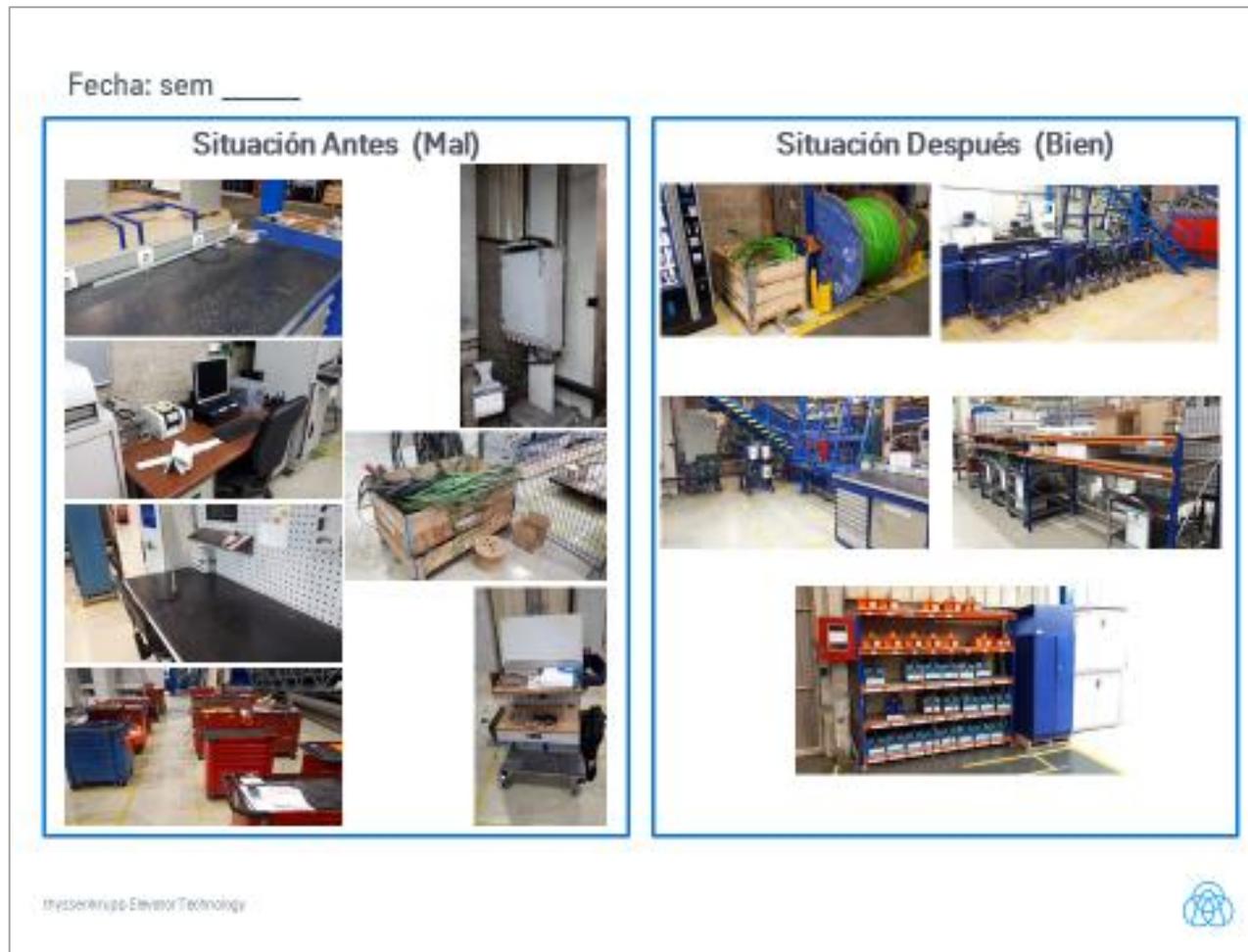


Figura 4.44. Plantilla OK / NO OK.

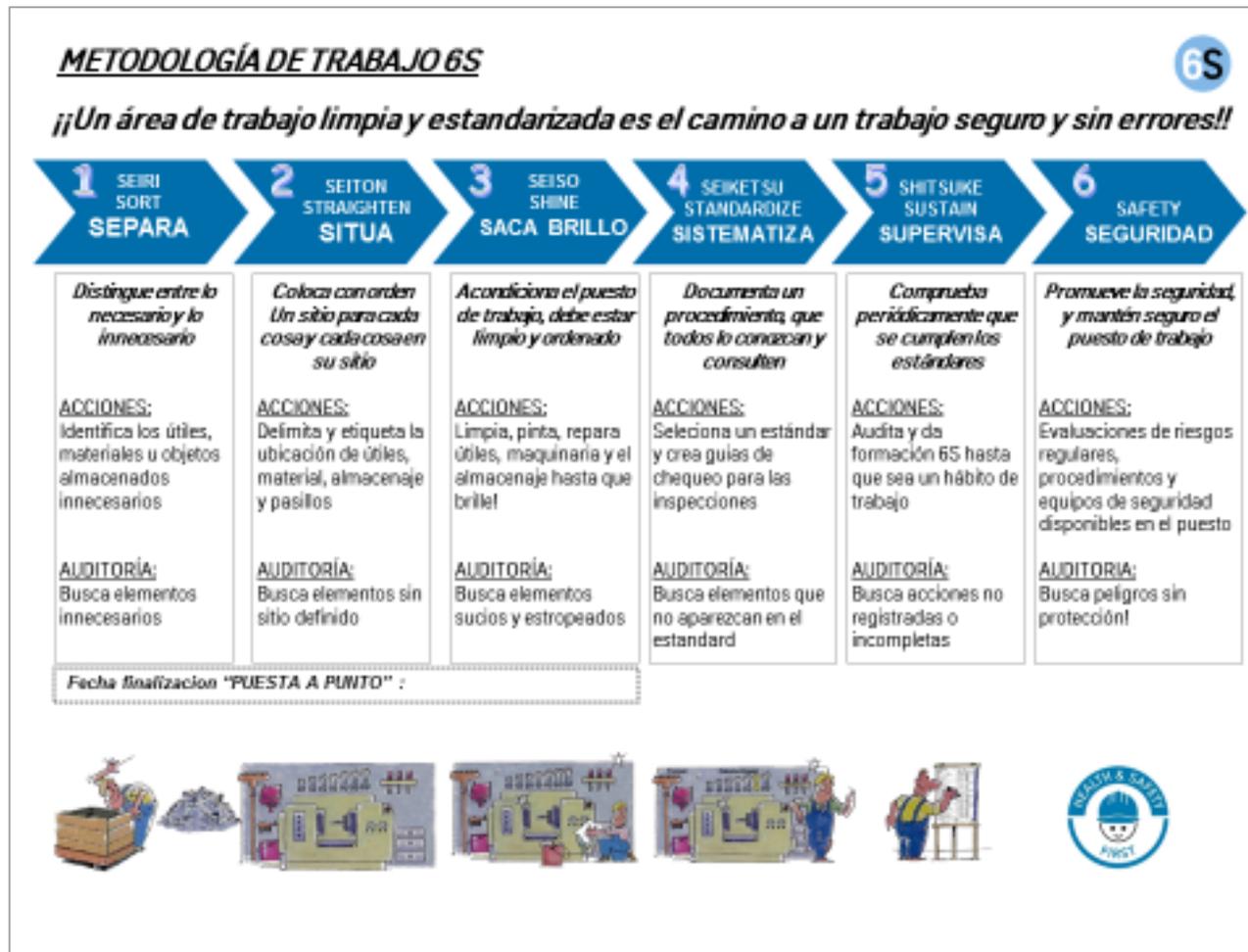


Figura 4.45. Plantilla Process Overview.

Sección:		Zona:		Criterio de Evaluación:						
Desperdicio es todo lo que sea distinto de los recursos mínimos de materiales máquinas y/o mano de obra necesarios para agregar valor al producto		0 = no cumple los requisitos (No)		1 = cumple los requisitos al 100% (Si)						
Categoría	Ref	Detalle	Evaluación	MAQUIN	ECEN	MAQUIN	ECEN	MAQUIN	ECEN	Comentario
<b>1. Separa</b>	<b>Ref</b>	<b>Que haya solo lo que tiene que haber</b>								
/Distingue entre lo necesario y lo que no!	1.1	Solo hay equipamientos, herramientas o repuestos necesarios en el área de trabajo.								
	1.2	Solo hay materiales, stocks o piezas necesarios en el área de trabajo.								
	1.3	No hay obstáculos en pasillos, puertas, salidas de emergencia, armarios eléctricos, extintores.								
	1.4	No hay peligros debidos a productos químicos, flúidos y/o máquinas en mal estado o mal funcionamiento.								
	1.5	No hay información innecesaria u obsoleta en los paneles.								
<b>2. Sitúa</b>	<b>Ref</b>	<b>Define, dimensiona, limita y etiqueta</b>								
/Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio!	2.1	Todas las zonas de materiales, útiles y herramientas están delimitadas y etiquetadas.								
	2.2	Todos los materiales, útiles y herramientas están etiquetados.								
	2.3	Los pasillos, zonas de trabajo, salida de emergencias y zonas peligrosas están señalizadas.								
	2.4	Todos los equipos y materiales están en su ubicación después de utilizarlos.								
	2.5	Los lotes y stocks máximos de materiales están claramente indicados (tanto en el panel 65 como en cada almacén)								
<b>3. Sacar brillo</b>	<b>Ref</b>	<b>Limpia y ordena</b>								
/El lugar de trabajo esta limpio y ordenado!	3.1	Los suelos, paredes y superficies están limpios (sin aceite, plásticos, cartones, papeles, bridas o bobillas...).								
	3.2	Los equipos y zonas de trabajo están limpias, libres de aceite, etc.								
	3.3	Útiles de limpieza apropiados disponibles en el área de trabajo.								
	3.4	Las líneas, etiquetas y señales están limpias, en buen estado y son legibles.								
	3.5	Existe un plan determinado para la limpieza de otras áreas/ equipos que no forman parte de la rutina diaria. Correcta segregación de residuos.								
<b>4. Sistematiza</b>	<b>Ref</b>	<b>Usa estándares y checklist</b>								
/Los estándares deben estar al alcance de todos!	4.1	Los estándares para mantener el puesto de trabajo seguro y limpio están disponibles (ej: instrucciones de seguridad, movimientos de material, almacenaje, riesgos de la zona, plantilla OK_NO OK actualizada...)								
	4.2	Se utilizan checklist para limpieza y mantenimiento de equipos (mto autónomo preventivo princip. máquinas).								
	4.3	Los estándares están visibles y los operarios están informados (SWS visibles).								
	4.4	Se identifican indicadores de nivel min-max de aceite, presión. No se detectan fugas de aire comprimido.								
	4.5	Los materiales necesarios para el puesto de trabajo se pueden encontrar en max. 30 segundos (panel de herramientas)								
<b>5. Supervisa</b>	<b>Ref</b>	<b>Mantener el puesto de trabajo según los estándares</b>								
/Mantén los procedimientos!	5.1	El personal está formando en 65 (comprobar en panel 65).								
	5.2	Está disponible un lugar para almacenar los objetos personales y se usa (no se detectan chquetas o bolsas de com)								
	5.3	Los checklist y los estándares 65 están disponibles, actualizados, las auditorías se hacen regularmente y se regist								
	5.4	Es visible en el área de trabajo: el flujo de materiales, los materiales no-conformes, los almacenes, FIFO, etc.								
	5.5	Existe un proceso para revisar y actualizar las zonas marcadas. (No se detectan acciones abiertas de la audit anter								
<b>6. Seguridad</b>	<b>Ref</b>	<b>Garantiza un lugar de trabajo seguro</b>								
/Fomentar la seguridad, la preocupación por la seguridad y se mantiene un lugar de trabajo seguro!	6.1	Los operarios y el personal externo usan los equipos de protección individual.								
	6.2	Se lleva a cabo una Evaluación de Riesgos y se toman medidas. El cuadro de riesgos de la zona está en el panel 63								
	6.3	No se detecta ningún incumplimiento de las 10 reglas de Seguridad" (ver reverso).								
	6.4	Las zonas y equipos peligrosos (armarios eléctricos, equipos hidráulicos, dispositivos de elevación, etc) están etiquetados, el personal está formado, y se inspeccionan regularmente.								
	6.5	Existen planes de emergencia, son conocidos por el personal y se hacen simulacros de emergencia regularmente.								
Versión	1.5									Suma de todos 1 y 0
Lanzamiento	oct-19									Puntuación = Total / 5 1=0,2 puntos -MAX.PUNTUACI

Figura 4.46. Plantilla Calificación auditoría.

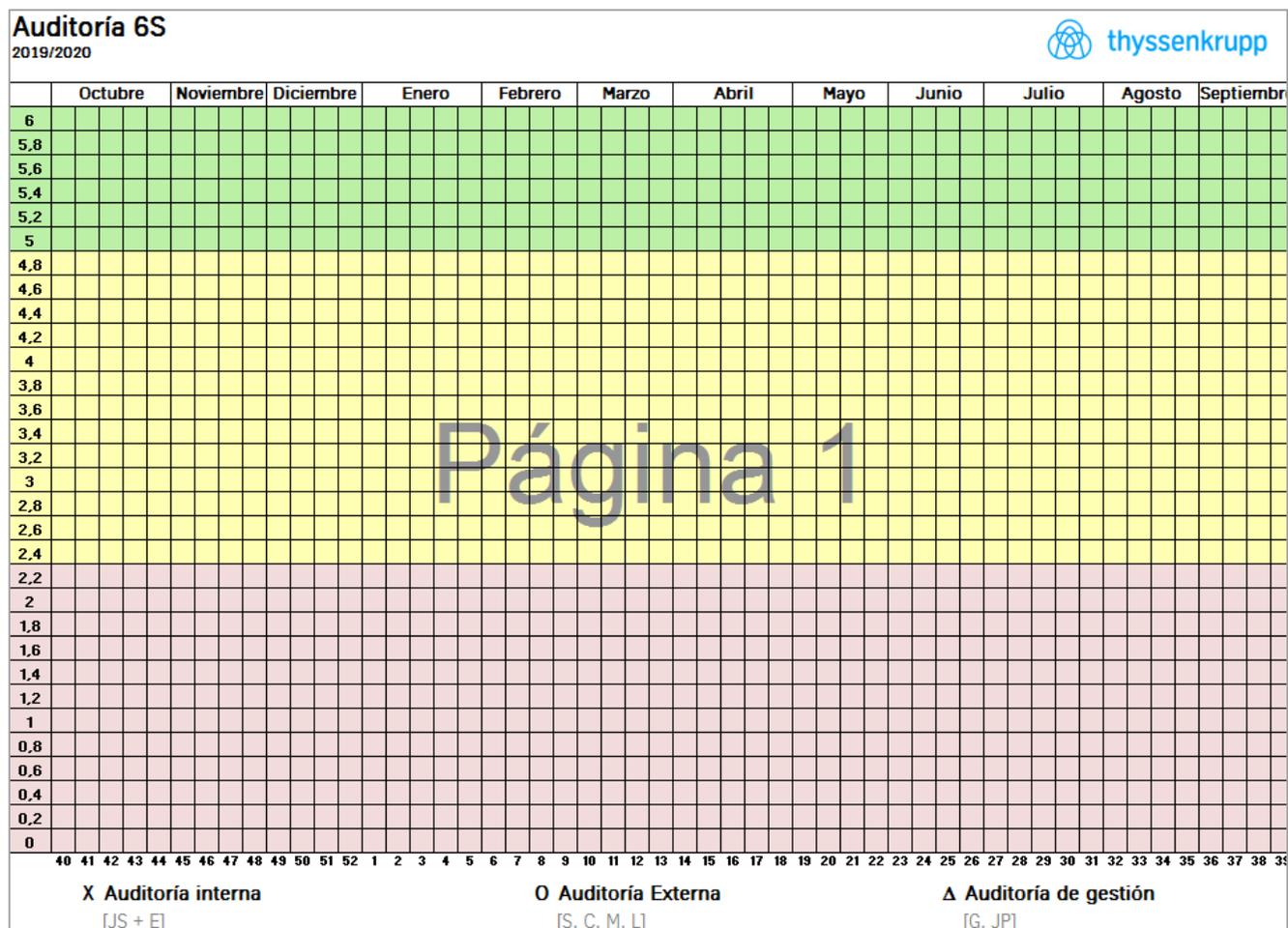


Figura 4.47. Plantilla Diagrama auditoría.

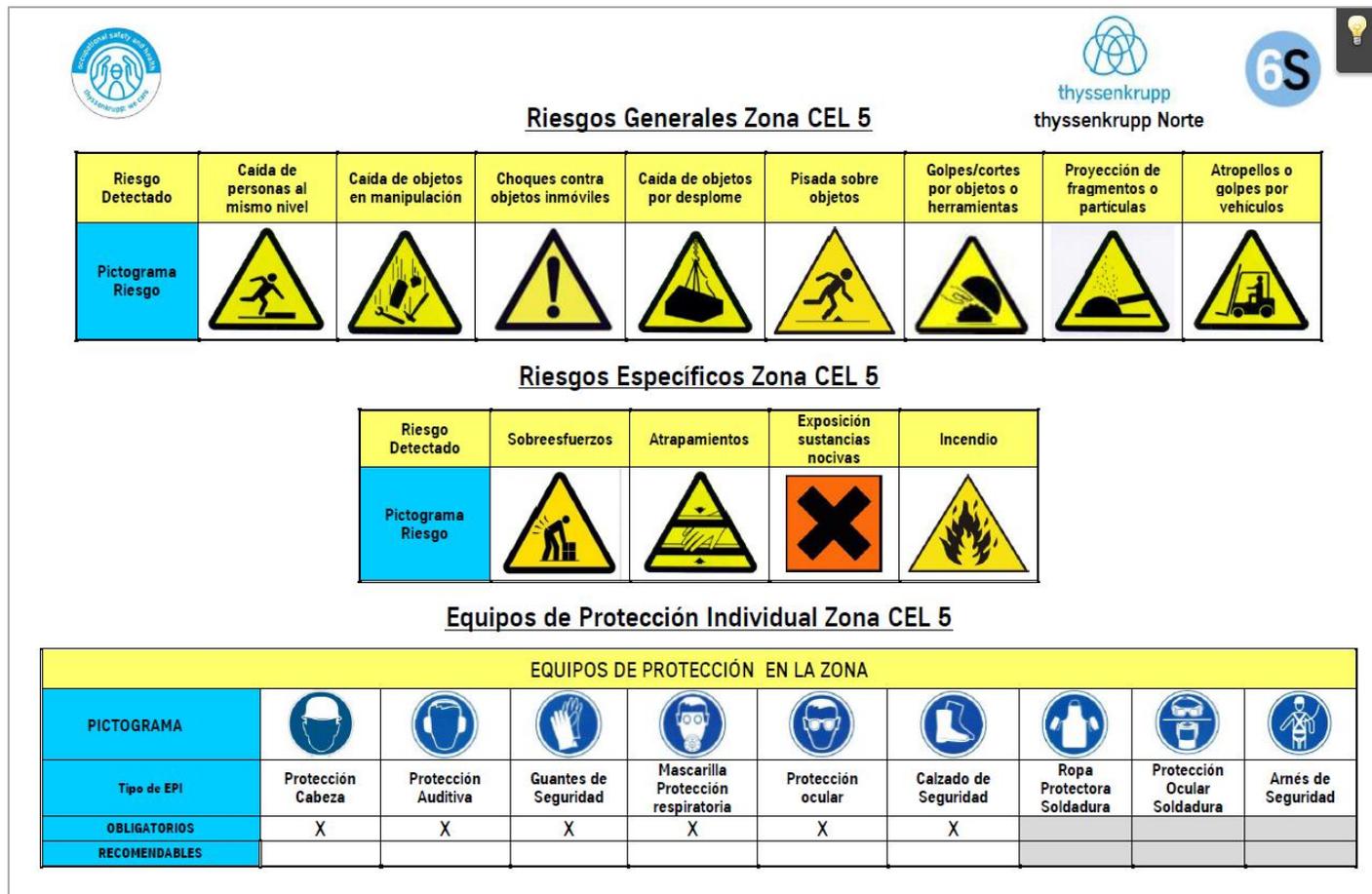


Figura 4.48. Plantilla Cuadro de riesgos.

### 4.2.3.-Zonas de implantación

Esta metodología 6S ha sido implantada en un principio en el taller de ajuste de la empresa Thyssenkrupp Norte. Este taller se encuentra dividido en varias secciones, que a su vez, se dividen en varias áreas (Ver *Anexo I*). En cada una de estas áreas se dispone de todas las plantillas y hojas de información ya comentadas, con el objetivo de ser rellenadas por los trabajadores y aportar la información necesaria a los mismos.

Por otro lado, la empresa Thyssenkrupp Norte también pretende implantar en un futuro las 6S en las oficinas. Para ello se deben adaptar los criterios y modificar las diferentes plantillas, pero el sistema seguiría siendo el mismo que en el taller. Este es un largo proceso, esencial para el futuro de la empresa, sin embargo, el presente proyecto se centra únicamente en la implantación de las 6S en el taller.

#### 4.2.3.1.- Panel 6S

Tras la realización de todas las plantillas y hojas de información, ha surgido en la empresa la necesidad de disponer de algún útil o equipo que permitiera agrupar de una forma rápida y segura toda la información de las plantillas, evitando así, que estos documentos se encontraran sueltos en la zona de trabajo, pudiendo ser dañados o incluso desaparecer.

Por tanto, se ha creado un útil o equipo denominado Panel 6S que agrupa toda la información, junto con su respectiva estructura que actúa como soporte. Ambos han sido completamente diseñados y estandarizados, como se puede observar en el apartado relativo a la estandarización de estos útiles o equipos (Ver *4.1.3.4.-Panel 6S* y *4.1.3.5.-Estructura Panel 6S*, respectivamente).

Estos Paneles 6S se han ubicado en cada una de las áreas del taller. Esta distribución se puede observar de forma más específica en el siguiente plano del taller:

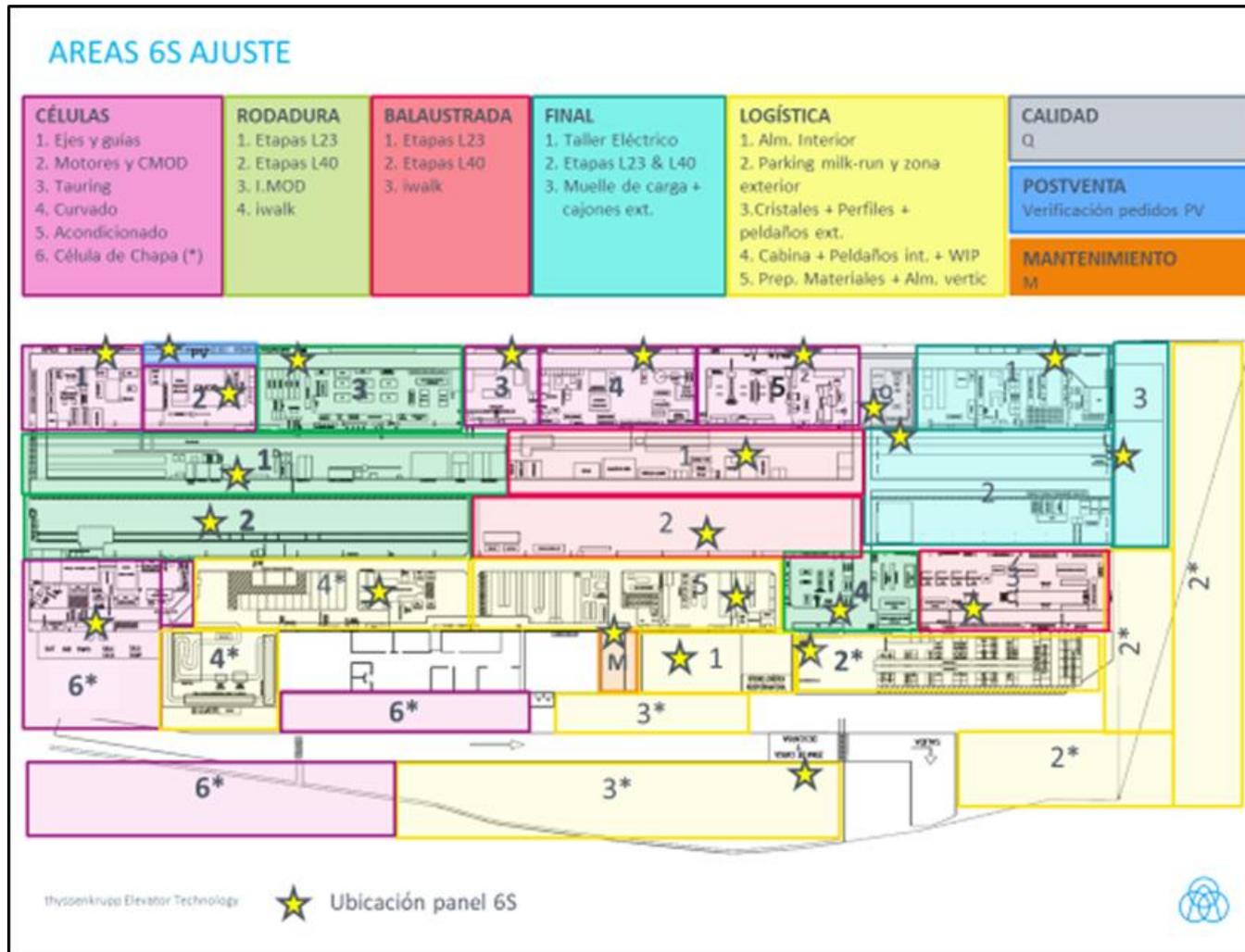


Figura 4.49. Ubicación de los Paneles 6S en el taller.

A continuación, se muestra una vista conjunto del panel con las respectivas plantillas. Estos paneles cuentan además con una especie de pegatinas (Verde, amarillo y rojo) que permiten indicar de una forma rápida y visual el estado correspondiente de dicha área (Verde - Correcto, Amarillo - Posibles fallos a revisar, Rojo - Parada).

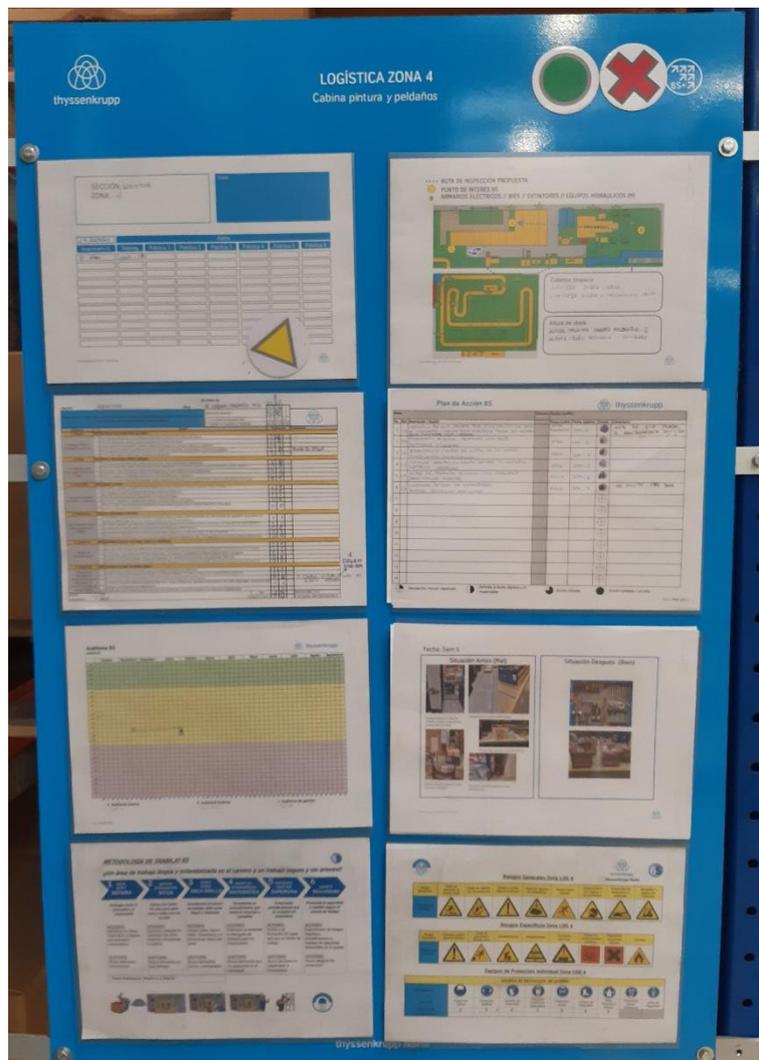


Figura 4.50. Panel 6S en una de las zonas del taller (Estado amarillo – posibles fallos a revisar).



Figura 4.51. Pegatinas del panel 6S que indican el estado. Verde - Correcto; Amarillo - Posibles fallos a revisar; Rojo - Parada.

#### 4.2.4.-Resultados

Con el objetivo de reflejar los principales resultados de la implantación, permitiendo a su vez un correcto control y seguimiento, se han diseñado en la empresa una serie de gráficos y tablas que permiten cubrir esta función. En este apartado se exponen los más importantes.

Uno de los gráficos más destacables es el denominado “puntuaciones 6S”. Este gráfico representa el mapa del taller de ajuste con las diferentes puntuaciones promediadas que han sido obtenidas en las auditorías para cada zona. Además, las diferentes áreas se encuentran pintadas de un color (Verde, amarillo o rojo) en función de las calificaciones obtenidas, por lo que esta herramienta permite observar rápidamente el avance de las 6S en cada área del taller. Este gráfico se puede ver en la *Figura 4.52*.

Otro de los gráficos y tablas que han sido empleados se puede observar en la *Figura 4.53*. Este gráfico representa el cumplimiento de los tiempos de operación en cada línea, incluyendo en estos los tiempos de cambio de herramienta y de búsqueda de materiales. Como se puede observar la implantación 6S ha logrado una mejora en torno al cumplimiento de estos tiempos, siendo esta una de las causas principales por las que se había decidido su implantación. Como se puede observar en el gráfico, estos tiempos comienzan a mejorar desde su implantación en torno al mes de Marzo.

La seguridad de los trabajadores ha sido otro de los principales factores que han llevado a la empresa Thyssenkrupp Norte a implantar esta metodología. Para reflejar esta mejora en la seguridad y salud de los empleados se ha creado un nuevo gráfico (Ver *Figura 4.54*), el cual muestra el número de accidentes, incidentes y actos inseguros de distinto tipo. Como se puede observar, esta implantación ha conseguido una mejora en la seguridad de los trabajadores, disminuyendo notablemente los accidentes e incidentes respecto al ciclo pasado.

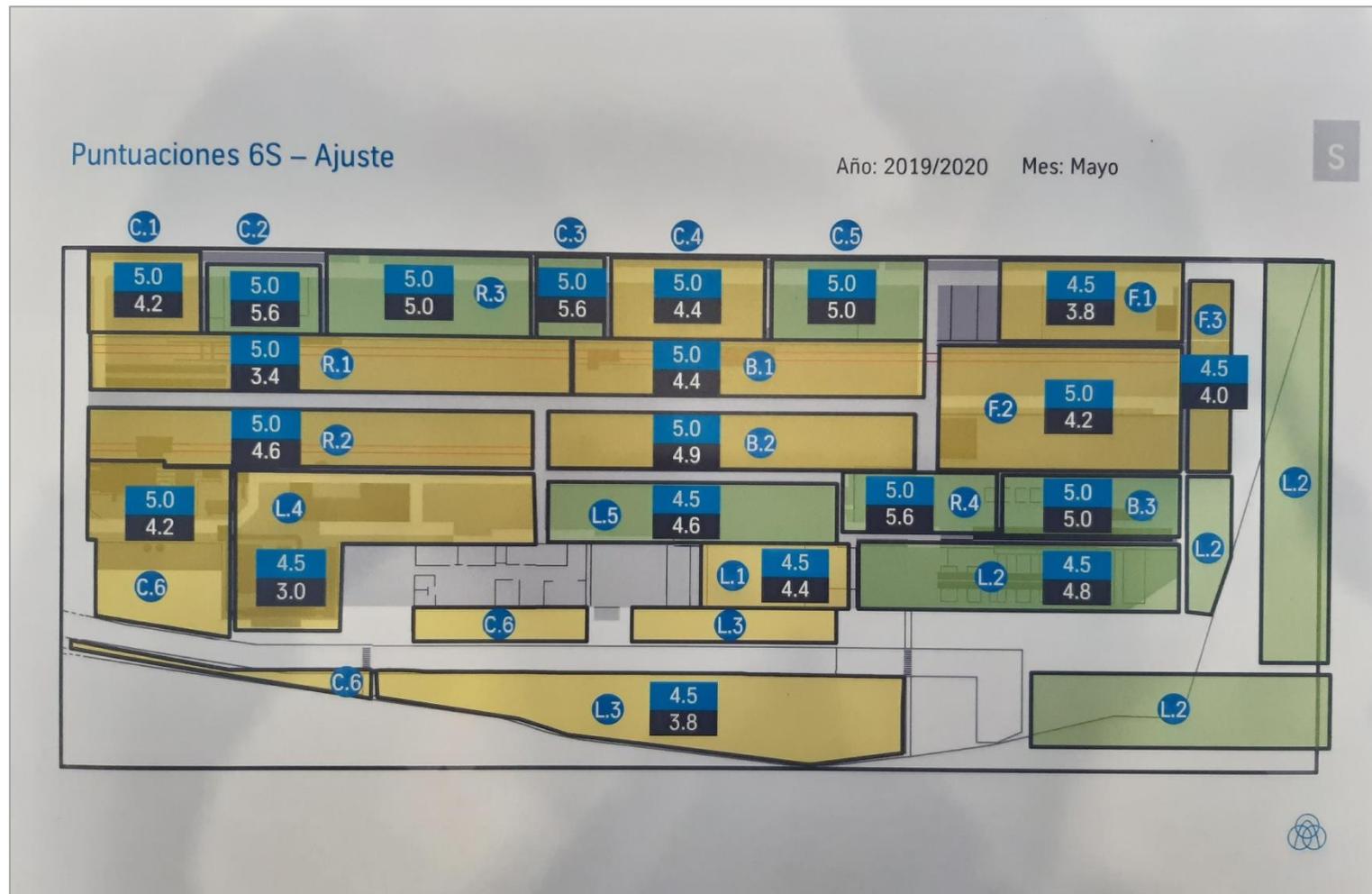


Figura 4.52. Gráfico de Puntuaciones 6S en taller de ajuste.

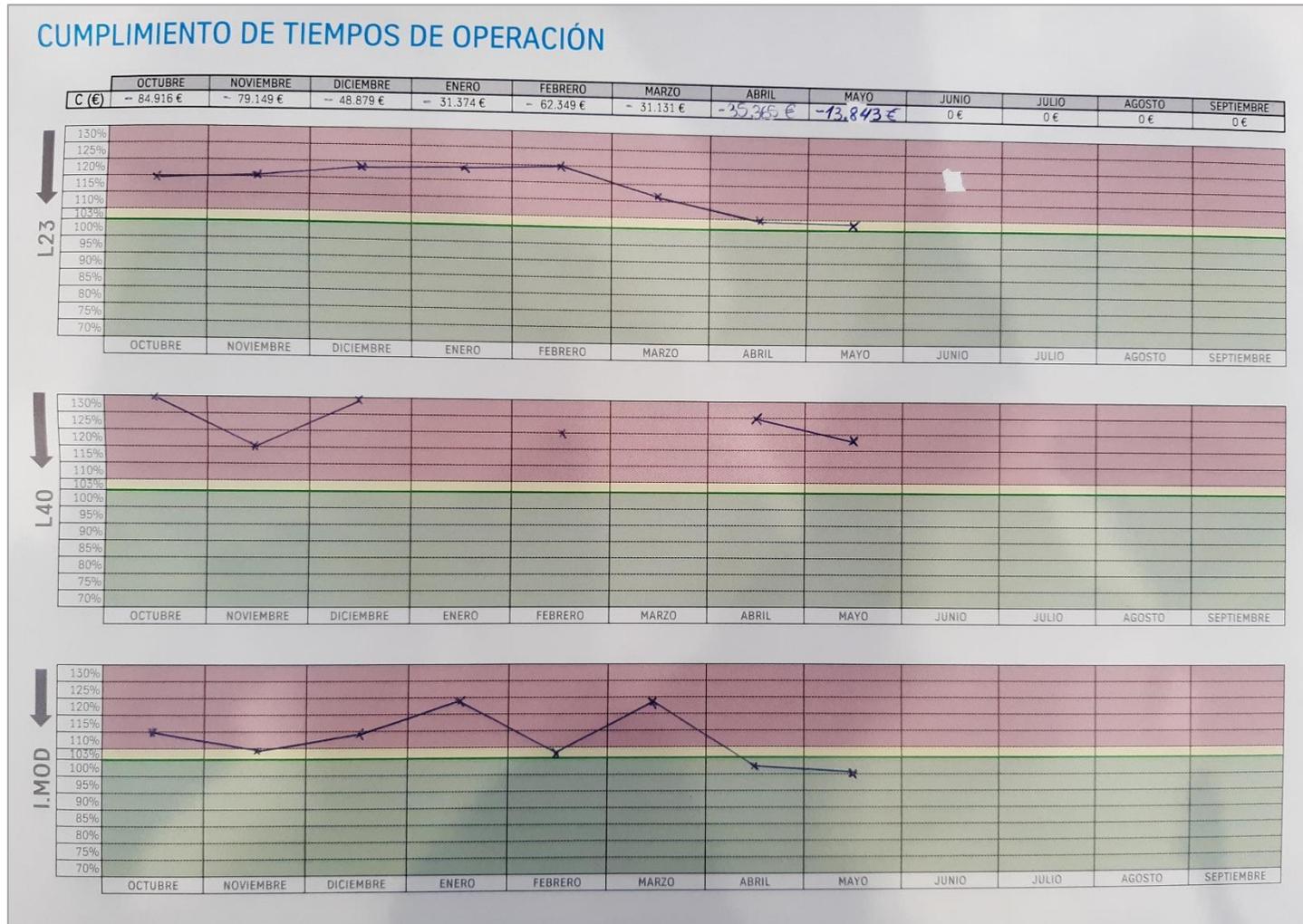


Figura 4.53. Gráfico de Cumplimiento de los tiempos de operación.

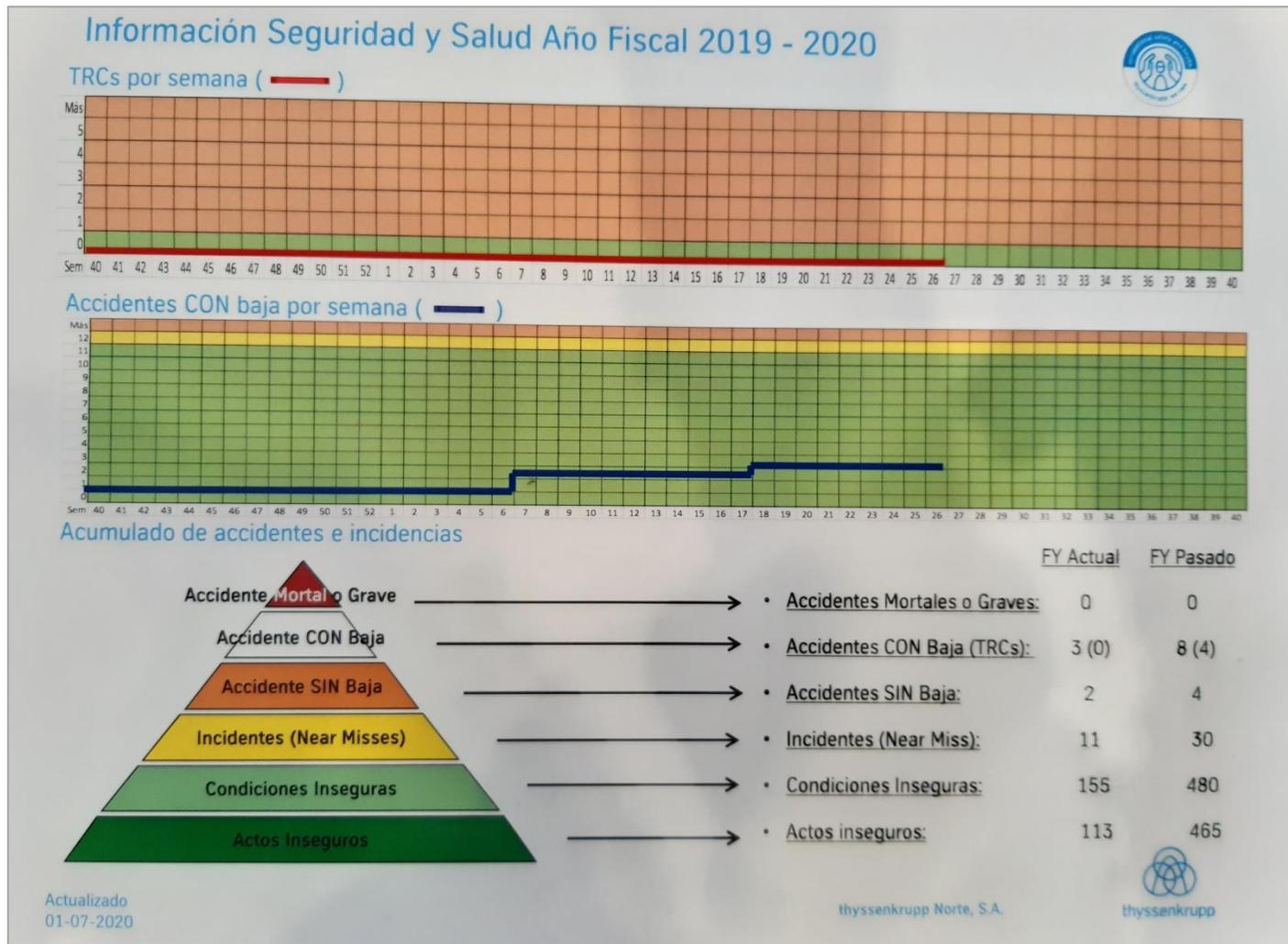


Figura 4.54. Gráfico Seguridad y Salud.

#### 4.2.4.1.- Supervisión y control

Como se ha comentado, es esencial disponer de un correcto seguimiento y control de la metodología 6S, empleando en este caso, medios o ayudas que permiten a la empresa realizar una supervisión periódica de esta metodología.

Por un lado, los mencionados gráficos y tablas, así como las diferentes plantillas y hojas de información, permiten realizar esta función de control. Sin embargo, un empleo único de estos medios no es suficiente, por lo que para complementarlo la empresa se ha apoyado en este caso en las llamadas auditorías.

Para ello, se han nombrado varios equipos de auditores formados por al menos dos personas. Estas auditorías son las encargadas de realizar las “inspecciones” y rellenan ciertas plantillas del panel 6S. Los equipos de auditores se encuentran divididos en 3 categorías:

- Auditorías de Gestión (intervienen el Jefe de Producción y el Director General)
- Auditorías externas (intervienen los auditores de los departamentos: Seguridad, Calidad, Medio Ambiente y Lean)
- Auditorías internas (interviene el personal de la sección: Jefe de sección o encabezados)

De esta forma las auditorías son realizadas todas las semanas por los tres equipos de auditores en cada una de las áreas de las diferentes secciones del taller.

Con el fin de garantizar su realización de una forma ordenada y correcta, la empresa cuenta con un calendario de planificación, en la que los diferentes grupos de auditoría van rotando, quedando todo reflejado en un registro.

## 5. Resultados

El proceso de estandarización de los útiles y equipos de trabajo unido a la implantación de la metodología 6S, han permitido a la empresa Thyssenkrupp Norte obtener una serie de resultados y beneficios, todos ellos muy importantes en el mercado actual donde las empresas deben mantener una alta eficiencia y competitividad para poder sobrevivir.

Como se ha comentado varias veces, estas metodologías y técnicas deben emplearse en conjunto, permitiendo una mejora más notoria en la empresa. Sin embargo, para lograr una explicación e interpretación más clara por parte del lector, se comentan a continuación por separado, los principales resultados y beneficios que han sido obtenidos tras el proceso de estandarización de los útiles y equipos de trabajo y la implantación 6S.

- La estandarización de los útiles y equipos de trabajo ha permitido en primer lugar sentar las bases para la aplicación de otras metodologías de mejora continua (SMED, TPM...), ya que precisamente varias de sus respectivas fases se encuentran basadas en este proceso de estandarización.
- Esta estandarización ha logrado reunir en la BBDD de la empresa toda la documentación e información de los diferentes útiles y equipos, quedando disponible para todos los miembros y empleados de la empresa.
- El anterior resultado ha permitido también, disminuir los costes futuros en la adquisición de otros útiles o equipos al tener claramente definido el útil o equipo que es necesario adquirir.
- Por otro lado, el proceso de estandarización ha simplificado notablemente las simulaciones y pruebas en la fábrica, así como los posibles rediseños de la misma.

- Además, la presencia de útiles y equipos estandarizados ha logrado una mayor productividad por parte de los trabajadores, ya que el empleo de útiles estandarizados permite una técnica y control más depurados por parte del operario.
- En términos más generales esta implantación y estandarización también ha contribuido a otros resultados, como el aumento de la calidad del producto y la reducción de los tiempos de búsqueda.
- Por su parte, la implantación 6S ha dado lugar a condiciones de trabajo que permiten la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia.
- Otro gran beneficio de esta metodología ha sido reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción de los trabajadores, logrando también un mayor compromiso de los mismos.
- Estos anteriores beneficios han logrado establecer un entorno de trabajo eficiente y productivo en las diferentes áreas y departamentos de la empresa.
- Otro de los grandes resultados que se ha obtenido tras la implantación de esta metodología ha sido el aumento de la seguridad, incorporando la sexta “S” (Safety).

Conviene destacar de nuevo que todas estas metodologías y técnicas de mejora continua en la empresa se emplean de una forma conjunta apoyándose unas en otras, por lo que los resultados obtenidos mediante su aplicación podrían ser considerados como globales o comunes a todas ellas.

# 6. Conclusiones y Extensiones futuras

Tras la realización del presente proyecto, surgen una serie de conclusiones en torno a las metodologías de mejora continua de las actuales empresas, las cuales se exponen en el siguiente subapartado. Posteriormente, se muestran las posibles líneas futuras que la empresa puede y debe seguir tras la realización del presente proyecto.

## 6.1.- CONCLUSIONES

Hoy en día la necesidad de sobrevivir de las empresas y la alta competitividad de los mercados obligan a las empresas a reinventarse, empleando metodologías y técnicas que les permitan seguir mejorando día a día. Es en este aspecto donde las empresas deben recurrir al tema fundamental del presente proyecto, las metodologías de mejora continua, logrando una mayor productividad y eficiencia en sus procesos.

Por otro lado, la alta diversidad de productos demandados, así como la necesidad de mantener una alta satisfacción en los clientes, encaminan a las empresas de nuevo al empleo de metodologías de mejora continua con el fin de lograr una alta flexibilidad.

Todo ello, hace por tanto esencial el estudio y empleo de metodologías de mejora continua, aplicándolas de forma conjunta debido a la estrecha relación que guardan entre ellas.

Estas metodologías o técnicas empleadas en el presente proyecto, como la estandarización de útiles y equipos de trabajo, permiten la búsqueda de esa mejora continua

en la empresa. Este proceso de estandarización puede encuadrarse como una propia técnica dentro de las fases de otras metodologías, ya que como se ha comentado todas estas metodologías de mejora continua se encuentran estrechamente relacionadas, sirviendo de apoyo unas a otras y siendo conveniente su empleo conjunto para garantizar unos mejores resultados. El empleo de estas metodologías o técnicas en conjunto permiten, por ejemplo, aumentar la calidad del producto y la productividad y eficiencia de la empresa.

Además, el presente proyecto ha conseguido mediante este proceso de estandarización cumplir uno de los objetivos principales, reunir en la BBDD de la empresa toda la documentación e información de los diferentes útiles y equipos de trabajo, disminuyendo así los costes y el tiempo de búsqueda de materiales y equipos.

Por su parte la implantación 5S, otra de las grandes metodologías en las que se centra el presente proyecto, permite obtener condiciones de trabajo y actividades organizadas, ordenadas y limpias, consiguiendo como resultado un entorno de trabajo más eficiente y productivo en las diferentes áreas de la empresa. Además, una gran mejora o añadido a esta técnica que todas las empresas deberían tener en cuenta, es la adición de la sexta “S” relativa al concepto de seguridad, lo que reduce notablemente los riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores en las diferentes zonas y situaciones. Esta mejora de la seguridad ha sido, sin duda, otro de los principales objetivos alcanzados en el proyecto.

Otra de las grandes conclusiones alcanzadas es la evidente necesidad de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción de los trabajadores, logrando un mayor compromiso de los mismos con sus consiguientes beneficios empresariales. Es en este aspecto donde las empresas deben poner especial atención, aportando su granito de arena mediante el empleo de programas de formación y desarrollo que permitan a los trabajadores comprender y emplear dichas metodologías de una forma sencilla y fluida.

## 6.2.- EXTENSIONES FUTURAS

Tras la realización del presente proyecto, surgen nuevas preguntas e ideas en torno al tema tratado. En este apartado se presentan algunas de las líneas que pueden ser objeto de interés en el futuro.

Una de las grandes posibilidades consiste en la implementación de varias de las metodologías de mejora continua explicadas en el proyecto, que finalmente no fueron puestas en práctica en la empresa debido a la falta de tiempo. La implantación de estas metodologías es sin duda necesaria para la supervivencia y mejora de la empresa en el futuro, haciéndola mucho más competitiva en el mercado.

Otra de las posibles extensiones futuras se encuentra relacionada con la estandarización. Siguiendo esta línea es esencial continuar con la estandarización de útiles y equipos de trabajo, así como la realización de este proceso de estandarización en todos los ámbitos posibles de la empresa, recopilando toda la información en la propia BBDD. Esta mejora continua será vital en un futuro no muy lejano, para el cual las empresas actuales ya se están preparando.

Por último, puede ser también interesante mantener y mejorar la implantación 5S (6S en este caso). Para ello pueden realizarse nuevas y más modernas plantillas a rellenar por los empleados para realizar un correcto control y supervisión, creando dichas plantillas en función de las necesidades surgidas en la empresa. También es importante invertir en la formación y desarrollo de los trabajadores en relación a esta metodología, sin olvidarse de las necesarias auditorías correspondientes.

## 7. Presupuesto

El presente trabajo ha sido desarrollado durante cuatro meses en la empresa Thyssenkrupp Norte, ubicada en el polígono industrial de la Pereda en Mieres. El presupuesto, que se limita a la implantación de las dos metodologías de mejora continua aplicadas, se desglosa en las siguientes tablas:

Estandarización de útiles y equipos de trabajo			
Designación	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total (€)
Programas de dibujo	60 h	30	1.800
Identificación	35 h	25	875
Selección	35 h	30	1.050
Creación modelos	60 h	40	2.400
Documentación e impresión	8 u	100	800
Registro	15 h	25	375
<b>SUBTOTAL</b>			<b>7.300 €</b>

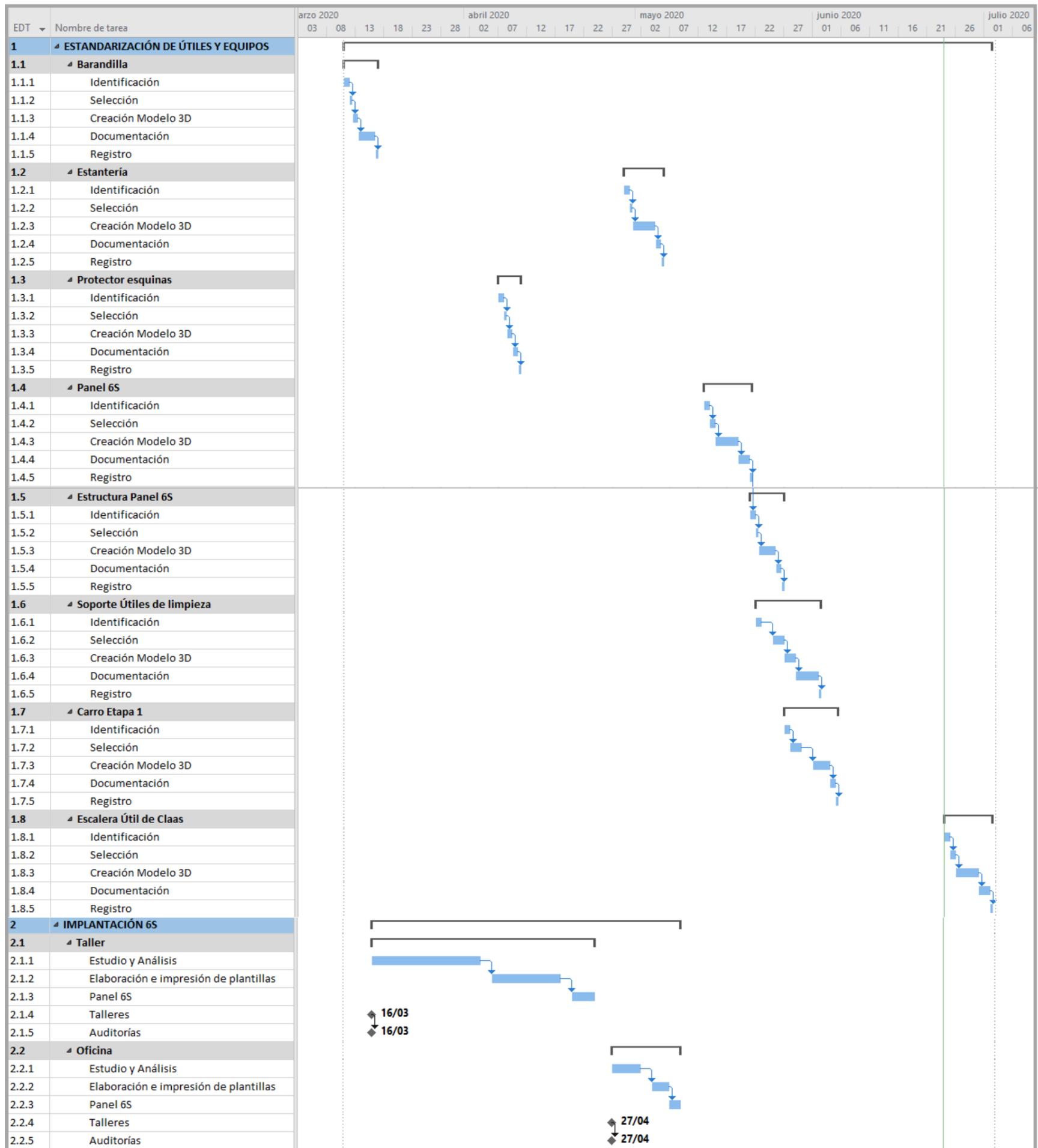
Implantación 6S			
Designación	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total (€)
Estudio y análisis	75 h	30	2.250
Elaboración e impresión de plantillas	65 h	50	3.250
Panel 6S	10 u	300	3.000
Estructura Panel 6S	10 u	400	4.000
Talleres de formación de personal	30 h	20	600
Auditorías	20 h	30	600
<b>SUBTOTAL</b>			<b>13.700 €</b>

SUMA	
Presupuesto Ejecución Material (P.E.M)	21.000,00 €
Gastos Generales (13%)	2.730,00 €
Beneficio Industrial (6%)	1.260,00 €
Total, antes de impuestos	24.990,00 €
Impuestos (21% de I.V.A)	5.247,90 €
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>30.237,90 €</b>

## 7.1.- DIAGRAMA DE GANTT

A continuación, se muestra el Diagrama de Gantt correspondiente a la implantación de las dos metodologías aplicadas en el presente proyecto, tanto el proceso de estandarización de los útiles y equipos de trabajo como la implantación 6S.

EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
<b>1</b>	<b>ESTANDARIZACIÓN DE ÚTILES Y EQUIPOS</b>	<b>81,5 días</b>	<b>mié 11/03/20</b>	<b>jue 02/07/20</b>	
<b>1.1</b>	<b>Barandilla</b>	<b>4 días</b>	<b>mié 11/03/20</b>	<b>lun 16/03/20</b>	
1.1.1	Identificación	1 día	mié 11/03/20	mié 11/03/20	
1.1.2	Selección	0,5 días	jue 12/03/20	jue 12/03/20	3
1.1.3	Creación Modelo 3D	1 día	jue 12/03/20	vie 13/03/20	4
1.1.4	Documentación	1 día	vie 13/03/20	lun 16/03/20	5
1.1.5	Registro	0,5 días	lun 16/03/20	lun 16/03/20	6
<b>1.2</b>	<b>Estantería</b>	<b>5 días</b>	<b>mié 29/04/20</b>	<b>mar 05/05/20</b>	
1.2.1	Identificación	1 día	mié 29/04/20	mié 29/04/20	
1.2.2	Selección	0,5 días	jue 30/04/20	jue 30/04/20	9
1.2.3	Creación Modelo 3D	2 días	jue 30/04/20	lun 04/05/20	10
1.2.4	Documentación	1 día	lun 04/05/20	mar 05/05/20	11
1.2.5	Registro	0,5 días	mar 05/05/20	mar 05/05/20	12
<b>1.3</b>	<b>Protector esquinas</b>	<b>4 días</b>	<b>mar 07/04/20</b>	<b>vie 10/04/20</b>	
1.3.1	Identificación	1 día	mar 07/04/20	mar 07/04/20	
1.3.2	Selección	0,5 días	mié 08/04/20	mié 08/04/20	15
1.3.3	Creación Modelo 3D	1 día	mié 08/04/20	jue 09/04/20	16
1.3.4	Documentación	1 día	jue 09/04/20	vie 10/04/20	17
1.3.5	Registro	0,5 días	vie 10/04/20	vie 10/04/20	18
<b>1.4</b>	<b>Panel 6S</b>	<b>6,5 días</b>	<b>mié 13/05/20</b>	<b>jue 21/05/20</b>	
1.4.1	Identificación	1 día	mié 13/05/20	mié 13/05/20	
1.4.2	Selección	1 día	jue 14/05/20	jue 14/05/20	21
1.4.3	Creación Modelo 3D	2 días	vie 15/05/20	lun 18/05/20	22
1.4.4	Documentación	2 días	mar 19/05/20	mié 20/05/20	23
1.4.5	Registro	0,5 días	jue 21/05/20	jue 21/05/20	24
<b>1.5</b>	<b>Estructura Panel 6S</b>	<b>4 días</b>	<b>jue 21/05/20</b>	<b>mar 26/05/20</b>	
1.5.1	Identificación	1 día	jue 21/05/20	jue 21/05/20	24
1.5.2	Selección	0,5 días	vie 22/05/20	vie 22/05/20	27
1.5.3	Creación Modelo 3D	1 día	vie 22/05/20	lun 25/05/20	28
1.5.4	Documentación	1 día	lun 25/05/20	mar 26/05/20	29
1.5.5	Registro	0,5 días	mar 26/05/20	mar 26/05/20	30
<b>1.6</b>	<b>Soporte Útiles de limpieza</b>	<b>7,5 días</b>	<b>vie 22/05/20</b>	<b>mar 02/06/20</b>	
1.6.1	Identificación	1 día	vie 22/05/20	vie 22/05/20	
1.6.2	Selección	2 días	lun 25/05/20	mar 26/05/20	33
1.6.3	Creación Modelo 3D	2 días	mié 27/05/20	jue 28/05/20	34
1.6.4	Documentación	2 días	vie 29/05/20	lun 01/06/20	35
1.6.5	Registro	0,5 días	mar 02/06/20	mar 02/06/20	36
<b>1.7</b>	<b>Carro Etapa 1</b>	<b>7,5 días</b>	<b>mié 27/05/20</b>	<b>vie 05/06/20</b>	
1.7.1	Identificación	1 día	mié 27/05/20	mié 27/05/20	
1.7.2	Selección	2 días	jue 28/05/20	vie 29/05/20	39
1.7.3	Creación Modelo 3D	3 días	lun 01/06/20	mié 03/06/20	40
1.7.4	Documentación	1 día	jue 04/06/20	jue 04/06/20	41
1.7.5	Registro	0,5 días	vie 05/06/20	vie 05/06/20	42
<b>1.8</b>	<b>Escalera Útil de Claas</b>	<b>6,5 días</b>	<b>mié 24/06/20</b>	<b>jue 02/07/20</b>	
1.8.1	Identificación	1 día	mié 24/06/20	mié 24/06/20	
1.8.2	Selección	1 día	jue 25/06/20	jue 25/06/20	45
1.8.3	Creación Modelo 3D	2 días	vie 26/06/20	lun 29/06/20	46
1.8.4	Documentación	2 días	mar 30/06/20	mié 01/07/20	47
1.8.5	Registro	0,5 días	jue 02/07/20	jue 02/07/20	48
<b>2</b>	<b>IMPLANTACIÓN 6S</b>	<b>40 días</b>	<b>lun 16/03/20</b>	<b>vie 08/05/20</b>	
<b>2.1</b>	<b>Taller</b>	<b>29 días</b>	<b>lun 16/03/20</b>	<b>jue 23/04/20</b>	
2.1.1	Estudio y Análisis	15 días	lun 16/03/20	vie 03/04/20	
2.1.2	Elaboración e impresión de plantillas	10 días	lun 06/04/20	vie 17/04/20	52
2.1.3	Panel 6S	4 días	lun 20/04/20	jue 23/04/20	53
2.1.4	Talleres	0 días	lun 16/03/20	lun 16/03/20	
2.1.5	Auditorías	0 días	lun 16/03/20	lun 16/03/20	55
<b>2.2</b>	<b>Oficina</b>	<b>10 días</b>	<b>lun 27/04/20</b>	<b>vie 08/05/20</b>	
2.2.1	Estudio y Análisis	5 días	lun 27/04/20	vie 01/05/20	
2.2.2	Elaboración e impresión de plantillas	3 días	lun 04/05/20	mié 06/05/20	58
2.2.3	Panel 6S	2 días	jue 07/05/20	vie 08/05/20	59
2.2.4	Talleres	0 días	lun 27/04/20	lun 27/04/20	
2.2.5	Auditorías	0 días	lun 27/04/20	lun 27/04/20	61



## 8. Bibliografía

- [1] “Alonso Torres, C. (2014). Orientaciones para implementar una gestión basada en procesos. *Ingeniería Industrial*, 35(2), 161-172.” .
- [2] “Thomas L. Jackson. Karen R. Jones. *Implantación de un sistema de dirección ‘LEAN’*. Productivity. 1º Edición. 1996.” .
- [3] “OHNO, Taiichi. *El sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala*. Routledge, 2018.” .
- [4] “BATCHELOR, Ray. *Henry Ford, mass production, modernism, and design*. Manchester University Press, 1994.” .
- [5] “WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. *La máquina que cambió el mundo: La historia de la Produccion Lean, el arma secreta de Toyota que revolucióno la industria mundial del automóvil*. Profit Editorial, 2017.” .
- [6] “RAHMAN, Nor Azian Abdul; SHARIF, Sariwati Mohd; ESA, Mashitah Mohamed. *Lean manufacturing case study with Kanban system implementation*. *Procedia Economics and Finance*, 2013, vol. 7, no 1, p. 174-180.”
- [7] “MANZANO RAMÍREZ, María; GISBERT SOLER, Víctor. *Lean Manufacturing: Implantación 5s*. *3C Tecnología*, 2016, vol. 5, no 4, p. 16-26.” .
- [8] “MÉNDEZ, Willian A. Vizqueta; CALVO, Juan. *Mejoramiento del Área de Mezcla de Plastisol de una Empresa de Productos Plásticos mediante la Aplicación de la Metodología de las 5S*.” .
- [9] “ZAPATA ATEHORTÚA, Dora Isabel; BUITRAGO GUZMÁN, Mayerly Yomar. *Implementación de la metodología 5 eses en una empresa de fabricación y comercialización de lámparas*. 2012.” .
- [10] “IMAI, Masaaki. *Kaizen: la clave de la ventaja competitiva japonesa*. 1998.” .
- [11] “IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen. A commonsense, low-cost approach to management*. En *Das Summa Summarum des Management*. Gabler, 2007. p. 7-15.” .
- [12] “BENITEZ, Jason Starlin, et al. *Implementación de una cultura de mejora continua en los procesos de producción de la empresa BIMBO de El Salvador, a travez de la metodología Kaizen*. 2015.” .

- [13] “KISHORE, M. N.; JYOTHI, P. N. Improving Engineering Teaching Practices through Kaizen.” .
- [14] “KALYANI, PALNS. Kaizen Costing. Productivity Growth Assessment of Primary Agricultural Dr. Abhijit Sinha and Credit Societies in West Bengal Mr. Amitabha Bhattacharyya An Analysis of Factors Affecting the Performance of Dr. D. Srijanani and General Insura.” .
- [15] “MANUEL F. SUÁREZ-BARRANZA. JOSE-ÁNGEL MIGUEL-DÁVILA. Encontrando al Kaizen: un análisis teórico de la mejora continua. Precvnia, Mayo 2009.” .
- [16] “VILLASEÑOR CONTRERAS, Alberto; GALINDO COTA, Edber. Manual de Lean Manufacturing, guía básica. Editorial Limusa. México, 2007.” .
- [17] “CUATRECASAS ARBÓS, Lluís; OLIVELLA NADAL, Jordi. Metodología para la implantación del lean management en una empresa industrial independiente y de tamaño medio. En XIX Congreso Nacional de ACEDE. 2005. p. 1-28.” .
- [18] “TEJEDA, Anne Sophie. Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. Ciencia y sociedad, 2011.” .
- [19] “TOMATI, Fernando. ¿ Just in Time vs Lean Manufacturing. HLT Network. Argentina, 2009.” .
- [20] “ARANGO SERNA, Martin Darío; CAMPUZANO ZAPATA, Luis Felipe; ZAPATA CORTES, Julián Andrés. Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 2015, vol. 14, no 27, p. 221-233.” .
- [21] “ESTRADA, Job Angeles. Sistema KANBAN, como una ventaja competitiva en la micro, pequeña y mediana empresa. Recuperado el, 2006.” .
- [22] “SOLIMAN, Mohammed Hamed Ahmed. Jidoka–The Missing Pillar!. 2016.” .
- [23] “PADILLA, Lillian. Lean manufacturing manufactura esbelta/ágil. Revista Electrónica Ingeniería Primero ISSN, 2010, vol. 2076, no 3166, p. 91-98.” .
- [24] “SHIMBUN, Nikkan Kogyo. Poka-yoke: Improving product quality by preventing defects. Crc Press, 1989.” .
- [25] “DUDEK-BURLIKOWSKA, Marta; SZEWIECZEK, D. The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 2009, vol. 36, no 1, p. 95-102.” .

- [26] “SZMELTER, Agnieszka. Jidoka as an example of Kaizen techniques of minimizing the logistics costs of mass production companies. *Transp. Econ. Logist*, 2012.” .
- [27] “BERGER, Anders. Continuous improvement and kaizen: standardization and organizational designs. *Integrated manufacturing systems*, 1997.” .
- [28] “MANOS, Anthony. The benefits of Kaizen and Kaizen events. *Quality Progress*, 2007, vol. 40, no 2, p. 47.” .
- [29] “SANTOS, Carola Gómez. *Mantenimiento Productivo Total. Una visión global*. Lulu.com, 2001.” .
- [30] “MARÍN-GARCÍA, Juan Antonio; MATEO MARTÍNEZ, Rafael. Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. *Intangible Capital*, 2013, vol. 9, no 3, p. 823-853.”
- [31] “LEFCOVICH, Mauricio. *TPM mantenimiento productivo total: un paso más hacia la excelencia empresarial*. El Cid Editor, 2009.” .
- [32] “PAREDES, Francis. Preparación rápida de máquinas: El sistema SMED. Recuperado de: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/SMED.pdf>, 2007.” .
- [33] “CARBONELL, Francisco Espin. Técnica SMED. Reducción del tiempo preparación. *3c Tecnología*, 2013, vol. 2, no 2, p. 2.” .
- [34] “DE LA FUENTE ARAGÓN, María Victoria; MANZANEDO, Alonso; HERNÁNDEZ, Hontoria. Optimización de Operaciones Mediante la Técnica SMED en una Empresa de Envases Metálicos *Operations Optimization using SMED Technique in a Can Manufacturer*. En 6th Intern.” .
- [35] “SACRISTÁN, Francisco Rey. *Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Fc editorial, 2005.” .
- [36] “GAPP, Rod; FISHER, Ron; KOBAYASHI, Kaoru. Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system. *Management Decision*, 2008.” .
- [37] “DORBESSAN, José. *Las 5S, herramientas de cambio*. editorial Universitaria de la UTN, 2006.” .





**UNIVERSIDAD DE OVIEDO**

**Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón**

---

**ANEXO I**

**Empresa Thyssenkrupp Norte**

---



**thyssenkrupp**

# ÍNDICE

<b>1. ACTIVIDAD</b> .....	3
<b>2. INFRAESTRUCTURA</b> .....	4
2.1.- Edificio de Oficinas.....	4
2.2.- Taller de Calderería.....	5
2.3.- Taller de Ajuste .....	8
2.3.1.- Zona central. Línea 23 .....	8
2.3.2.- Zona central. Línea 40 .....	12
2.3.3.- Zona periférica. Células.....	13
<b>3. PRODUCTOS</b> .....	17
3.1.- Escalera Modelo Velino .....	17
3.2.- Escalera Modelo Tugela.....	18
3.3.- Escalera Modelo Victoria.....	19
3.4.- Escalera Modelo I.MOD .....	21
3.5.- Pasillo Modelo Orinoco .....	21
3.6.- Pasillo Modelo Iwalk .....	22

# Anexo I

## Empresa Thyssenkrupp Norte

En este Anexo I se presenta todo lo relativo a la empresa Thyssenkrupp Norte. En primer lugar, se describe su actividad y ubicación. Posteriormente se presenta toda la infraestructura, dividiéndola en 3 bloques: Edificio de oficinas, taller de calderería y taller de ajuste. Por último, se describen de forma breve los productos que se realizan en esta empresa, desde los fabricados en la línea hasta los realizados fuera de línea.

## 1. ACTIVIDAD

ThyssenKrupp Norte se encuentra en Mieres (Asturias) desde 1991. Se encarga principalmente del desarrollo, diseño industrial, producción y postventa de escaleras, pasillos rodantes y pasillos de aceleración para aeropuertos, centros comerciales y otras infraestructuras. La plantilla actual supera los 300 empleados.



*Figura 1.1. Vista satélite de la empresa Thyssenkrupp Norte.*

## 2. INFRAESTRUCTURA

Para realizar dichas actividades la empresa cuenta con una superficie de 44.000 m<sup>2</sup>. De ellos, 16.800 m<sup>2</sup> están edificados y distribuidos en dos naves de fabricación (14.311 m<sup>2</sup>) y un edificio de oficinas (2.289 m<sup>2</sup>).

En primer lugar, se describirá el **edificio de oficinas** explicando las funciones que son llevadas a cabo en el mismo. Estas diferentes actividades son realizadas desde que se realiza una oferta hasta que tiene lugar la expedición del producto al cliente.

Posteriormente en el apartado 2.2.-*Taller de Calderería*, se presenta una de las dos naves de fabricación, en concreto el **taller de calderería** donde se obtiene la estructura del producto.

Para terminar de definir toda la infraestructura de la empresa, se describe en el último apartado la segunda nave de fabricación, denominada **taller de ajuste**. En este apartado se muestran las diferentes zonas y etapas que son llevadas a cabo desde la recepción de la estructura hasta a obtención del producto final listo para entregar al cliente.

### 2.1.- Edificio de Oficinas

En el edificio de oficinas se llevan a cabo todas las actividades y funciones comerciales y administrativas realizadas desde que se publica una oferta, hasta que tiene lugar la expedición del producto al cliente. A continuación, se describen estas actividades con mayor detalle.

Para iniciar el proceso, el **departamento comercial** realiza una serie de ofertas a disposición de los clientes. Una vez que el cliente se interesa y selecciona una de las ofertas, es necesario obtener los planos aprobados y firmados para realizar el lanzamiento al **jefe de proyecto**. En este punto el jefe de proyecto pasa a ser el responsable de mantener el contacto con el cliente y debe subir al SAP el proyecto con su respectivo código.

Finalizado estas etapas, el jefe de proyecto realiza el lanzamiento al departamento de ingeniería de proyectos y al departamento de logística.

El departamento de ingeniería de proyecto se encarga de realizar el estudio, desarrollo y documentación de toda la parte mecánica y eléctrica, así como indicar al departamento de logística cuales son los materiales críticos.

El departamento de logística por su parte se encarga de todo lo relativo a los materiales necesarios para la fabricación, prestando especial atención a estos materiales críticos que podría retrasar la producción.

Tras ello se produciría el fin de la etapa de ingeniería, entrando en la etapa de fabricación, donde siguiendo el planning elaborado, se procedería a la producción de la estructura y al ajuste. Estas etapas de fabricación son explicadas con mayor detalle en los siguientes apartados.

Por último, una vez finalizadas todas las etapas, se realiza la expedición del producto al cliente.

## **2.2.- Taller de Calderería**

En esta nave de fabricación tiene lugar el inicio del proceso de fabricación de las escaleras o pasillos, obteniendo las diferentes piezas o partes metálicas para después componer la estructura final del producto. En la siguiente figura, se puede observar de forma esquemática la distribución del taller de calderería.

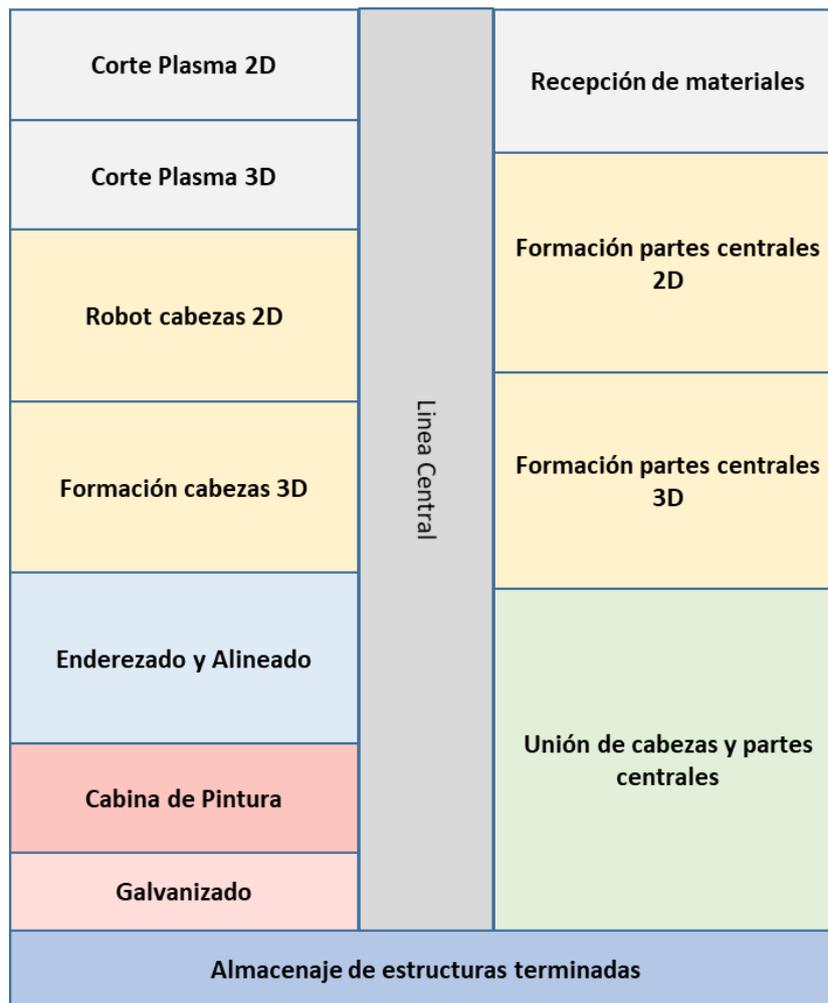


Figura 2.1. Esquema distribución Taller de Calderería.

En primer lugar, se lleva a cabo el corte en plasma en 2D y 3D de las diferentes piezas que componen la estructura.

Obtenidas las diferentes piezas y materiales, se realizan mediante un robot, las respectivas uniones y soldaduras para fabricar las cabezas de la estructura en 2D. Posteriormente, se fabrican y obtienen estas cabezas en 3D. A su vez, en otra de las secciones del taller, se realizan las partes centrales en 2D y posteriormente, mediante las respectivas uniones y soldaduras, se obtienen estos tramos en 3D.

Finalizadas todas las etapas anteriores, se tendría en este punto del proceso las diferentes cabezas y tramos centrales de nuestra estructura, las cuales se unen en la siguiente etapa con el fin de obtener la estructura final de la escalera o pasillo.

Una vez obtenida la estructura tiene lugar una fase de inspección, en donde se detectan posibles fallos de alineación de la estructura. Por tanto, es necesario realizar una fase de enderezado y alineado de la estructura mediante la aplicación de calor, para eliminar estos fallos. Esta fase del proceso debe ser llevada a cabo por personal altamente cualificado y con amplia experiencia en este aspecto.



*Figura 2.2. Estructura finalizada de una escalera.*

Por último, la estructura pasa al taller de pintura y se realizaría, en caso de que fuera necesario, un tratamiento de galvanizado. Existen estructuras con diferentes espesores posibles en función de las condiciones técnicas y climatológicas a las que vaya a ser sometida en su funcionamiento. En el caso de las estructuras galvanizadas, este tratamiento superficial es llevado a cabo por una empresa subcontratada.

Tras obtener la estructura final, se almacena en la parte posterior del taller hasta nueva orden. Una vez recibida la orden, se transporta al taller de ajuste para allí obtener el producto final.

## 2.3.- Taller de Ajuste

Se trata del taller de mayores dimensiones dentro de la empresa Thyssenkrupp Norte.

En él tiene lugar la recepción de la estructura metálica y la realización de todas las actividades necesarias para la obtención del producto final listo para ser entregado a nuestro cliente.

Este taller de ajuste se puede dividir en dos zonas claramente diferenciables a simple vista:

- Una **zona central** donde se encuentran la línea 23 y la línea 40 de fabricación tanto de escaleras (Tipo Velino, Tugela o Victoria) como de pasillos (Tipo Orinoco), ambas con sus respectivas etapas necesarias para la obtención del producto final. Estas diferentes etapas de cada línea se encuentran definidas en los dos siguientes apartados respectivamente.
- Una **zona periférica** alrededor de esta zona central, dividida en varias células, las cuales se describen con mayor detalle en el apartado 2.3.3.-Zona periférica. Células.

### 2.3.1.-Zona central. Línea 23

Una vez recibida la estructura de la escalera o pasillo procedente del taller de calderería, se inician las diferentes etapas de la línea necesarias para finalizar el proceso de fabricación, las cuales son descritas a continuación.

Esta línea debe su nombre a la longitud máxima de desarrollo que es capaz de fabricar, en este caso 23 metros. Las etapas de esta línea se encuentran divididas en tres secciones principales (Rodadura, Balaustrada y Final). Cada una de las etapas tiene una duración estimada de un turno de 8 horas.

#### Sección de Rodadura

- **Etapas 0/1:** En esta primera etapa tras recibir la estructura, se colocan las cajas con el sistema eléctrico de la escalera o pasillo. También se dispone el eje principal y el eje de pasamanos unidos por una cadena, la cual es accionada por

el motor que se ensambla en una etapa posterior (Etapa 2). Por último, se coloca el pasamanos en unas guías, pero no en su posición definitiva. Esta etapa es realizada por trabajadores de una empresa subcontratada.

- **Etapa Claas:** Avanzando en la línea se llega a esta etapa, cuyo nombre es debido al útil empleado o “útil de Claas”, que sirve de ayuda e indica las diferentes distancias y medidas para colocar los kernells, así como las guías superior e inferior, también conocidas como de avance y de retorno. La estación tensora también se dispone en esta etapa.



Figura 2.3. Colocación de las guías.

- **Etapa 2:** Tiene lugar la colocación del motor y las guías centrales. Otra fase fundamental de esta etapa es la inclusión de los peldaños (en el caso de una escalera) o las paletas (en caso de pasillo) junto con la respectiva cadena de peldaños o paletas. Estos peldaños o paletas están fabricados de aluminio.

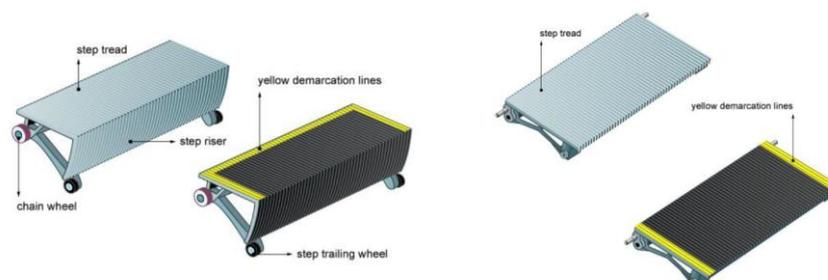
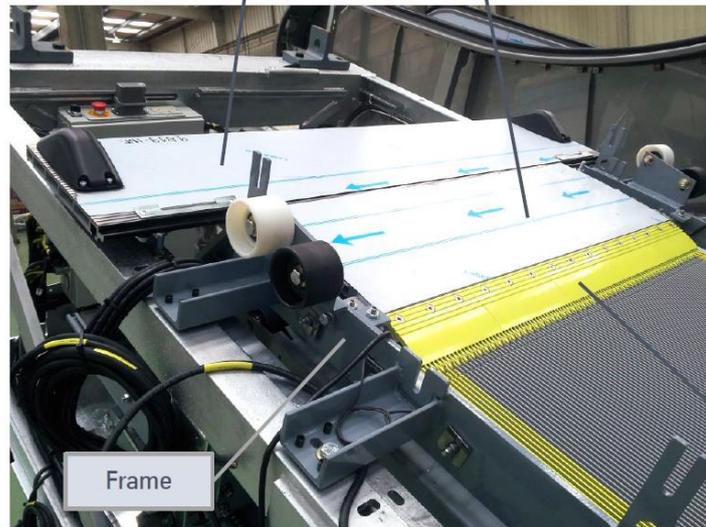


Figura 2.4. Peldaños (Izquierda) y paletas (Derecha).

- **Etapa 3:** Finalizada la anterior etapa, se colocan y ajustan las pisaderas. Posteriormente, se realizan dos pruebas de funcionamiento: la prueba de rodadura y la prueba de peines.



*Figura 2.5. Colocación de las pisaderas.*

### Sección de Balaustrada

- **Etapa 4:** En esta etapa se instala la balaustrada, la cual puede ser de diferente tipo (Metal o cristal transparente u opaco). Se colocan también los retornos y las entradas de pasamanos, que pueden ser de plástico o de inoxidable. Se coloca el pasamanos en su posición definitiva y, por último, se disponen los zócalos y los perfiles interiores y exteriores (también conocidos como cubre zócalos).



*Figura 2.6. Disposición de zócalos y perfiles.*

- **Etapa 5/6:** Se realiza el ajuste del pasamanos mediante su alineación y ajuste de tensión, para posteriormente realizar la prueba de pasamanos.

### Sección Final

- **Etapa 7:** Tiene lugar la instalación de los diferentes dispositivos de seguridad de la escalera o pasillo junto con sus respectivos cableados. Entre estos dispositivos de seguridad destacan los finales de carrera y la detección de la rotura de la cadena principal o de la cadena de peldaños o paletas. En esta etapa también se coloca el armario, el cual puede ir dentro del foso o fuera del mismo en el caso de presentar grandes dimensiones.
- **Etapa 8:** En esta etapa tienen lugar la prueba de funcionamiento y la prueba de los diferentes dispositivos de seguridad.
- **Etapa 9:** Finalizadas todas las pruebas, se disponen los revestimientos exteriores de la escalera o pasillo.
- **Etapa 10:** Última etapa del proceso en la que se realiza los diferentes cortes de las uniones y su embalaje para poder realizar su transporte.



*Figura 2.7. Ejemplo de cortes de las uniones para facilitar el transporte.*



*Figura 2.8. Embalaje del producto.*

### **2.3.2.-Zona central. Línea 40**

Esta línea permite realizar escaleras o pasillos con una longitud de desarrollo máxima de 40 metros. Las etapas que se realizan desde la recepción de la estructura proveniente del taller de calderería hasta la obtención del producto final son muy similares a las de la línea 23, designando su nombre con las letras A, B, C, D y E, en sustitución de la designación numérica. El tiempo en cada etapa de esta línea es de 16 horas.

Las principales diferencias respecto a la línea 23 radican en el empleo de varios sistemas o útiles para la fabricación, los cuales permiten la reducción de tiempos, aumentando por tanto la productividad de la línea.

Entre ellos destacan la utilización de un útil para la distribución y colocación de los peldaños o paletas, el empleo de un ingravido y el posible uso de 3 plataformas con foso que permite mantener el tramo central la escalera o pasillo de forma horizontal, facilitando así el trabajo de los empleados del taller.

Todas estas ayudas comentadas, permiten la reducción de tiempos, haciendo a la empresa más eficiente y competitiva frente a otras empresas del sector.

Es posible, en algunos casos, observar escaleras o pasillos sin terminar y de forma estática fuera de las líneas 23 o 40. Esto puede ser debido a tres razones principales:

- ❖ Aparición de algún tipo de problema difícil de solucionar de forma breve o inmediata al fabricar el producto en la línea. En este caso se opta por sacar la escalera o pasillo de la línea para no retrasar el resto de la producción.
- ❖ Producto de dimensiones demasiado grandes como para moverlo por la línea, donde por tanto sea más eficiente que los trabajadores se muevan a esta zona para realizar las diferentes etapas.
- ❖ Realización de algún producto novedoso o de carácter especial, el cual se estima que su producción podría llevar más tiempo del habitual.

### 2.3.3.-Zona periférica. Células

Rodeando las líneas 23 y 40, se encuentran unas mini-secciones denominadas células, en las cuales se preparan los materiales necesarios para aportar a las líneas en cada etapa. A continuación, se indican y desarrollan las principales células que se pueden encontrar.

- **Célula Finn-Power:** En esta sección se realiza el corte automático de chapa mediante láser, obteniendo las diferentes piezas necesarias para incorporar a la línea.
- **Célula de curvado y plegado:** En ella se lleva a cabo el plegado y curvado de las diferentes piezas o materiales, como los retornos, pasamanos, cubre zócalos, etc.
- **Célula de preparación de materiales:** En ella se almacenan diferentes materiales, realizando un picking para incorporarlos a la línea en las etapas 1, 2, 4, 4 y 10.

- **Cabina de pintura:** Esta actividad es realizada en el taller por una empresa subcontratada. Los empleados de esta empresa se encargan de pintar de forma específica los peldaños y paletas provenientes de un proveedor externo (China). Posteriormente se almacenan en palés para proporcionarlos cuando sean necesarios a la respectiva línea.
- **Tornillería:** Sección donde se almacena los diferentes tipos de tuercas, arandelas y tornillos.
- **Célula de armarios eléctricos:** Zona en la que se configuran los armarios eléctricos del pasillo o escalera, para proporcionarlos en la etapa 7.
- **Célula de motores:** Zona en la que se dispone de los motores, para proporcionarlos en la etapa 2.

Existe la posibilidad de que el cliente no pueda instalar una escalera nueva que remplace a la antigua, como por ejemplo en el caso de un centro comercial donde es imposible meter una escalera nueva, ya que no existe ningún punto de acceso lo suficientemente amplio como para ello. Con el fin de solucionar este problema se ha desarrollado el modelo llamado I.MOD (Ver 3.4.-*Escalera Modelo I.MOD*), con el que es posible mantener la estructura antigua de la escalera, instalando en ella los nuevos módulos de cabezas y parte central del I.MOD. Este modelo se realiza fuera de línea, en una célula exclusiva para su fabricación.



*Figura 2.9. Cabeza del I.MOD.*

- **Célula I.MOD:** El espacio de esta célula se encuentra dividida en dos zonas: una zona para cabezas y otra zona para los tramos centrales. En la primera se realiza el montaje mecánico y eléctrico de las cabezas, y en la segunda se realiza la unión de los diferentes tramos centrales.

Cabe destacar, a diferencia de los modelos comunes de escaleras (Velino, Tugela y Victoria), que las cabezas y los tramos centrales de este modelo I.MOD nunca se montan juntos en el taller conformando la propia escalera, sino que son embalados en módulos para su transporte, y es posteriormente, en el propio emplazamiento de la obra donde se instalan juntos y de forma completa conformando el producto final.

Otro modelo interesante, también realizado en una célula fuera de línea, es el denominado Iwalk. Este modelo de pasillo ha sido desarrollado para su empleo en casos en los que el foso disponible para introducir la estructura del pasillo no es lo suficientemente amplio como para permitir el retorno de las paletas de un pasillo estándar Orinoco. Por tanto, este nuevo modelo Iwalk es ideal para estos casos, ya que consta de paletas muy pequeñas

siendo por tanto el foso necesario para su instalación mínimo. (Ver 3.6.-Pasillo Modelo Iwalk).



*Figura 2.10. Tramo central del Iwalk.*

- **Célula Iwalk:** Dividida en dos zonas, una para cabezas y otra para tramos centrales. En la zona de cabezas tiene lugar el pre-montaje y el posterior montaje en una mesa calibrada de toda la parte mecánica del producto. Posteriormente se instala la parte eléctrica y se realiza la prueba eléctrica. En cambio, en la zona de tramos centrales tiene lugar el montaje de los mismos.

Al igual que ocurre en el modelo I.MOD, cabezas y tramos centrales nunca se unen en el taller, sino que son embalados en módulos para su transporte, y montados directamente en la propia instalación.

- **Célula Wip:** En esta célula tiene lugar la fabricación de las paletas para el modelo Iwalk.

### 3. PRODUCTOS

Los productos realizados se pueden dividir en dos grandes grupos:

- **Escaleras:** Se dispone de 3 modelos diferentes fabricados en línea, con diferentes características en función de la actividad necesaria. Estos modelos son Velino, Tugela y Victoria. También se dispone de un nuevo modelo desarrollado fuera de línea, conocido como Imod.
- **Pasillos:** El modelo Orinoco es el modelo principal de pasillos, el cual está desarrollado en la línea del proceso productivo. Al igual que en el caso de las escaleras también se dispone de un nuevo modelo llamado Iwalk, fabricado fuera de línea y agrupado por módulos.

#### 3.1.- Escalera Modelo Velino

El modelo de escalera Velino ha sido desarrollado para funcionar en centros comerciales, recintos feriales, centros de congresos, aeropuertos y estaciones de ferrocarril. Permite el funcionamiento continuo en ambas direcciones y presenta las siguientes características de operación:

<i>Velocidad de desplazamiento</i>	0,5 m/s
<i>Ángulo de inclinación</i>	30°, 35°
<i>Desnivel máximo</i>	6,00 m
<i>Desnivel mínimo</i>	2,85 m
<i>Número de peldaños horizontales en cada embarque</i>	2
<i>Ancho nominal del peldaño</i>	4EK = 0,8 ; 5EK = 1 m
<i>Radio de curvatura superior</i>	1050 mm
<i>Radio de curvatura inferior</i>	1050 mm

En cuanto a las condiciones climáticas, se encuadra dentro de la Clase I al tratarse de una escalera de interior.

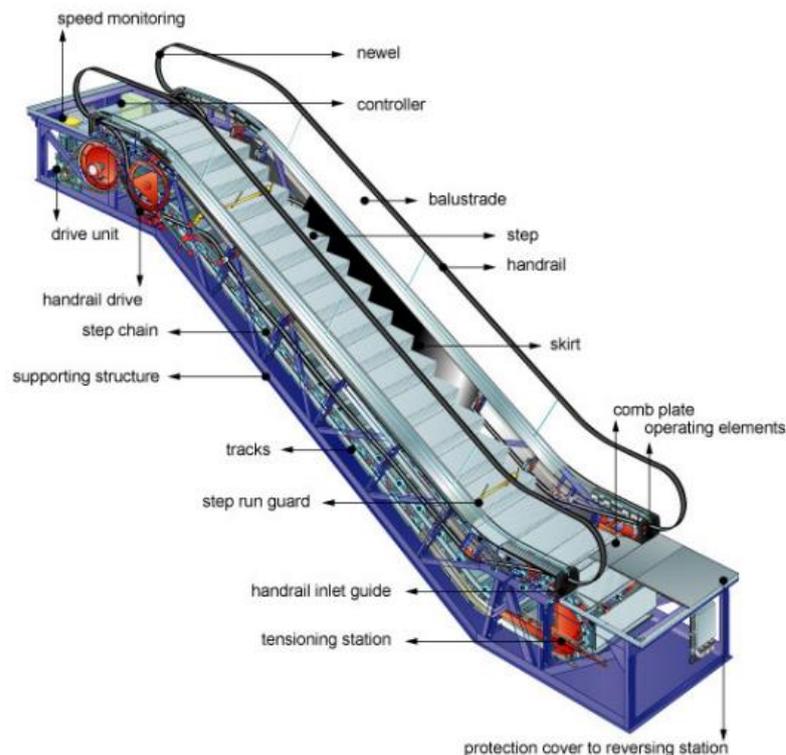


Figura 3.1. Escalera Velino con balaustrada de cristal.

### 3.2.- Escalera Modelo Tugela

Este modelo de escalera es muy similar al modelo Velino ya que ha sido desarrollado para funcionar en centros comerciales, recintos feriales, centros de congresos, aeropuertos y estaciones de ferrocarril. Su principal diferencia es que permite operar en un desnivel mayor y puede soportar condiciones climatológicas más desfavorables, por lo que también puede emplearse en exterior. En función de las condiciones climatológicas a soportar presenta diferentes protecciones y revestimientos, se puede clasificar en: Clase I (Uso interior), Clase II (Uso exterior resguardado), Clase III (Uso moderado a la intemperie), Clase IV (Uso a la intemperie) y Clase V (Uso en clima tropical). Al igual que el modelo Velino permite un

funcionamiento continuo en ambas direcciones. En la siguiente tabla se muestra sus principales características:

<i>Velocidad de desplazamiento</i>	0,5 ; 0,65 m/s
<i>Ángulo de inclinación</i>	27,3°, 30° -
<i>Desnivel máximo</i>	22 m -
<i>Número de peldaños horizontales en cada embarque</i>	2 ; 3 ; 4
<i>Ancho nominal del peldaño</i>	4EK = 0,8 ; 5EK = 1 m
<i>Radio de curvatura superior</i>	1050 ; 1500 ; 2000 mm
<i>Radio de curvatura inferior</i>	1050 ; 2000 mm

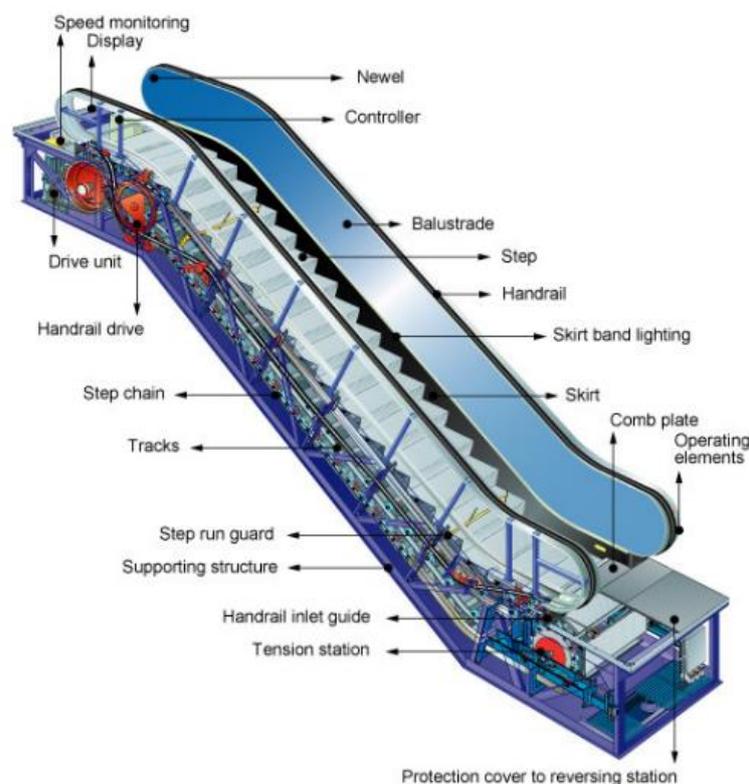


Figura 3.2. Escalera Tugela con balaustrada opaca.

### 3.3.- Escalera Modelo Victoria

Desarrollada para funcionar en ferias comerciales, centros de congresos, aeropuertos y estaciones de ferrocarril. Es adecuada para un funcionamiento continuo en ambas

direcciones. Además de un uso interior también permite su uso a la intemperie, según a siguiente clasificación atendiendo a las condiciones climáticas a soportar: Clase I (Uso interior), Clase II (Uso exterior resguardado), Clase III (Uso moderado a la intemperie), Clase IV (Uso a la intemperie) y Clase V (Uso en clima tropical). En la siguiente tabla se pueden observar sus principales características de operación:

<i>Velocidad de desplazamiento</i>	0,5 ; 0,65 ; 0,75 m/s
<i>Ángulo de inclinación</i>	27,3°, 30° ; 24,5°, 35°
<i>Desnivel máximo</i>	22 m ; 75 m
<i>Número de peldaños horizontales en cada embarque</i>	2 ; 3 ; 4
<i>Ancho nominal del peldaño</i>	4EK=0,8 ; 5EK=1 m ; 3EK=0,6 m
<i>Radio de curvatura superior</i>	1500 ; 2600 ; 3600 mm
<i>Radio de curvatura inferior</i>	1050 ; 2000 mm

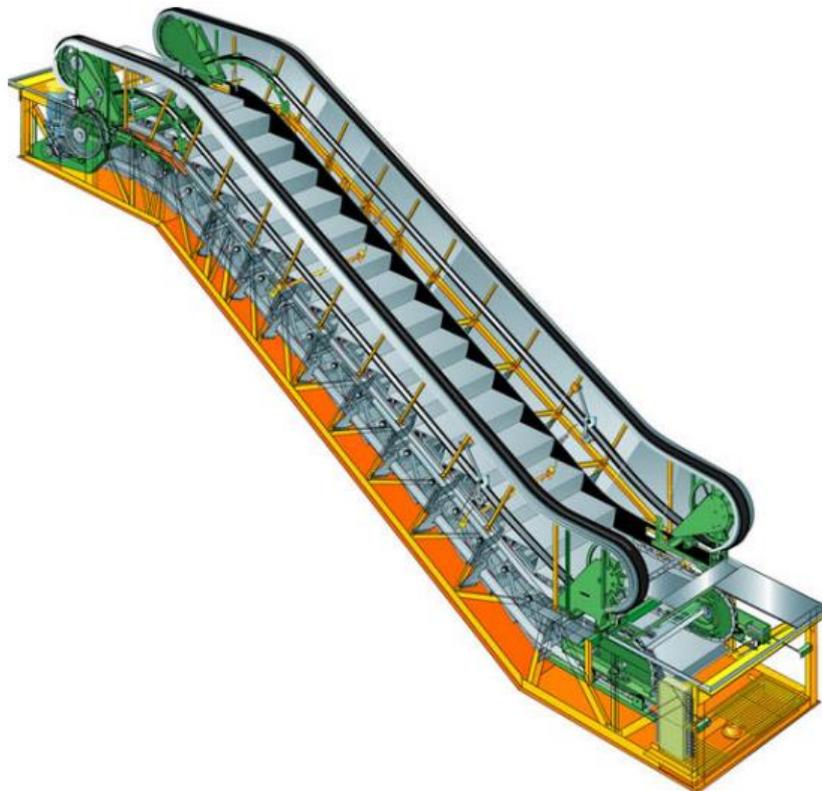
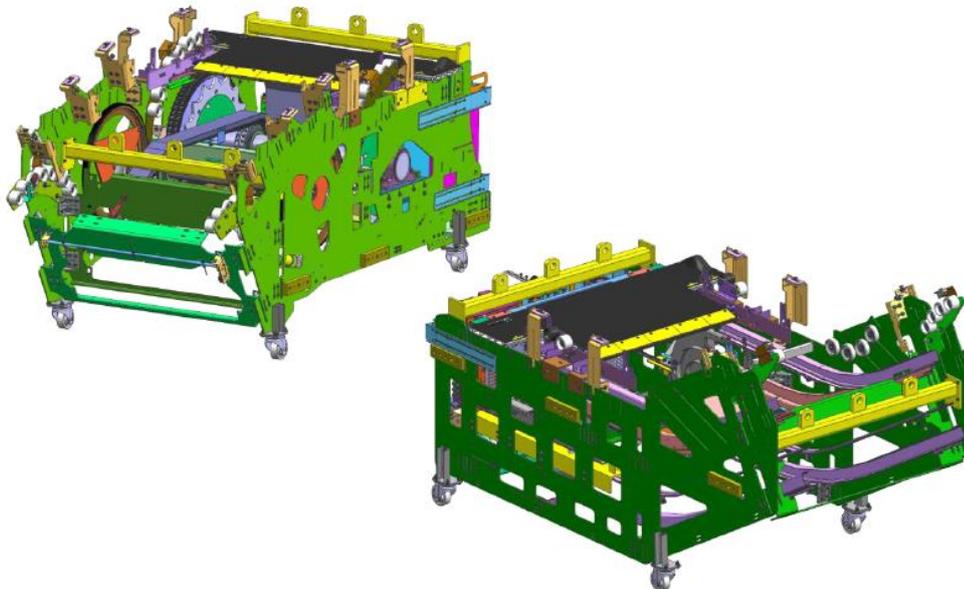


Figura 3.3. Escalera Victoria con balaustrada opaca.

### 3.4.- Escalera Modelo I.MOD

Se trata de un nuevo modelo desarrollado para casos en los que no es posible instalar una escalera nueva de forma completa, debido a limitaciones en el acceso, como puede ser por ejemplo un centro comercial. Este modelo permite mantener la estructura antigua de la escalera, instalando en ella los nuevos módulos de cabezas y parte central del I.MOD.

El producto final del I.MOD nunca se monta en el taller, sino que los distintos módulos son embalados para su transporte, y montados directamente en la propia instalación.



*Figura 3.4. Escalera I.MOD (Módulos de cabezas).*

### 3.5.- Pasillo Modelo Orinoco

Este modelo de pasillo ha sido desarrollado para grandes almacenes, centros comerciales, ferias, centros de congresos, aeropuertos y estaciones de ferrocarril. Está diseñado para condiciones climáticas de interior, por lo que se encuadra dentro de la clase I y permite un funcionamiento continuo en ambos sentidos.

<i>Velocidad de desplazamiento</i>	0,5 m/s
<i>Ángulo de inclinación</i>	12°
<i>Ancho nominal de paleta</i>	4EK = 0,8 ; 5EK = 1 m
<i>Desnivel máximo modelo 5EK</i>	5,00 m
<i>Desnivel máximo modelo 4EK</i>	6,00 m

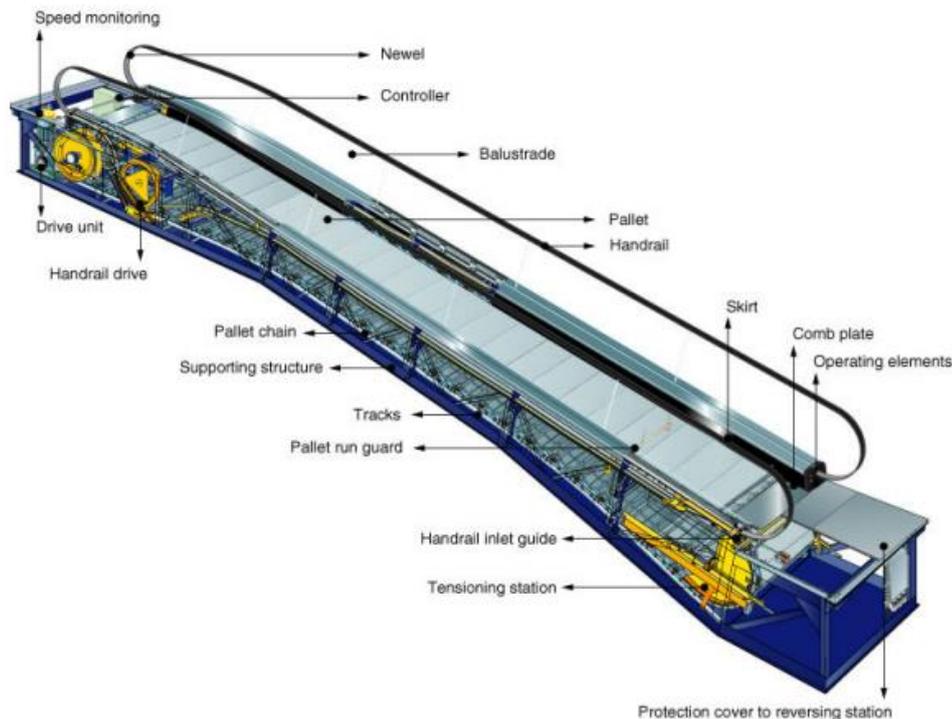
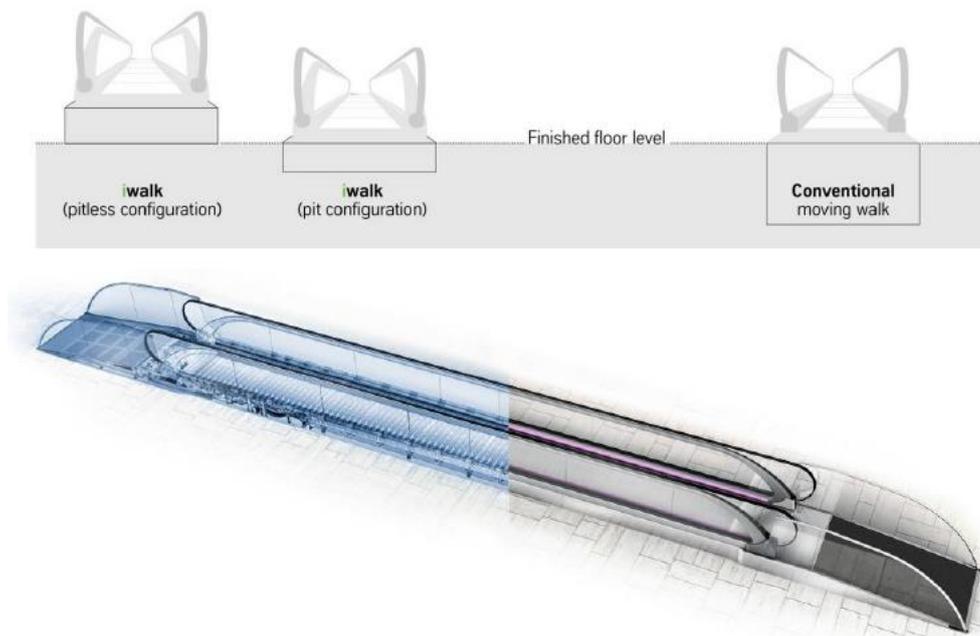


Figura 3.5. Pasillo Orinoco.

### 3.6.- Pasillo Modelo Iwalk

Este modelo es fabricado en una célula fuera de las líneas 23 y 40 en el taller de ajuste. Destaca por el pequeño tamaño de sus paletas, por lo que ha sido desarrollado para su empleo en casos en los que el foso disponible para introducir la estructura y permitir el retorno de las paletas es mínimo.

El producto final nunca se monta en el taller, sino que los distintos módulos son embalados para su transporte, y montados directamente en la propia instalación.



*Figura 3.6. Pasillo Modelo Iwalk.*

