

# Trabajo Fin de Grado

## Ingeniería de las Tecnologías Industriales

### Implantación del método de las 5'S en la escudería de motociclismo de la Universidad de Sevilla

Autor: Marcos Navarro Roldán

Tutora: Aida Estévez Urra

**Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación**  
**Escuela Técnica Superior de Ingeniería**  
**Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2022





Trabajo Fin de Grado  
Ingeniería de las Tecnologías Industriales

# **Implantación del método de las 5'S en la escudería de motociclismo de la Universidad de Sevilla**

Autor:

Marcos Navarro Roldán

Tutora:

Aida Estévez Urrea

Profesora Colaboradora

Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022



Trabajo Fin de Grado: Implantación del método de las 5'S en la escudería de motociclismo de  
la Universidad de Sevilla

Autor: Marcos Navarro Roldán

Tutora: Aida Estévez Urra

El tribunal nombrado para juzgar el trabajo arriba indicado, compuesto por los siguientes profesores:

Presidente:

Vocal/es:

Secretario:

acuerdan otorgarle la calificación de:

El Secretario del Tribunal

Fecha:



# Agradecimientos

---

No veo mejor forma de acabar este arco estudiantil que con un TFG. Es innumerable la cantidad de experiencias aportadas por mi carrera universitaria que han permitido convertirme en la persona que soy hoy. Parece que fue ayer cuando decidí empezar el grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y a su vez ha pasado una vida. La escuela y las personas que he conocido en ella han pasado a formar también parte de mi tras esta experiencia.

Dar gracias a mis padres Mercedes Roldán Luque y Juan Bautista Navarro García por todo. También dar gracias a Aida Estévez Urra por querer hacer este proyecto conmigo. Y no olvidar mencionar al equipo de USRacing por aceptarme en él y permitirme realizar este trabajo.

*Marcos Navarro Roldán*

*Sevilla, 2022*



# Resumen

---

La idea de realizar este trabajo de fin de grado surgió de mi estancia en USRacing, la escudería de motociclismo de estudiantes de la Universidad de Sevilla. En ella, un grupo de estudiantes diseñan y construyen un prototipo con el que participan en Motostudent, una competición bianual en la que participan equipos universitarios de todo el globo. Se valora tanto el trabajo teórico detrás del proyecto, con distintas entregas a lo largo de la temporada, como las capacidades dinámicas del prototipo en pista. La cuestión radica en conseguir llegar desde el papel a la pista.

Para esa finalidad USR cuenta con 3 instalaciones en las que fabrican y construyen su motocicleta, además de guardar repuestos y diversos materiales. Son estancias por las que pasan muchas personas, realizando distintas tareas debido a la gran cantidad de miembros en el equipo y al carácter multidisciplinar del proyecto. La asociación de estudiantes se divide en 3 departamentos técnicos que trabajan transversalmente: estructural, fluidodinámica y electrónica.

Era innegable la urgente necesidad de orden en los entornos de trabajo y almacenamiento de los que disponía USRacing. Se podía llegar a perder mucho tiempo buscando desde un tornillo hasta la herramienta que necesites. Tampoco se encontraba en mejor situación el entorno de trabajo, el cual requería ser despejado para poder trabajar cada vez. Esto era debido a que el equipo no se encontraba disciplinado para mantener en orden el taller ya que tras numerosos intentos de ordenarlo solo era cuestión de tiempo volverlo a ver en su estado inicial. Por estas razones surgió la idea de implantar el método de las 5'S y hacerlo cómo un TFG que podría abarcar desde la parte teórica del método hasta su implantación real en las instalaciones.

Las 5'S no es más que una metodología de mejora basada en 5 principios (eliminación, orden, limpieza, estandarización y disciplina) para conseguir mejores zonas de trabajo, es decir, entornos más eficientes y seguros para los operarios en los que se sientan cómodos y les incentiven a trabajar en lugar de desmotivarles. A pesar de que la mayoría de gente cree que esta metodología solo es aplicable a grandes empresas, desde un principio está pensada para poder ser aplicado a cualquier tipo de compañía.

Sin embargo, mientras realizaba este TFG me percaté que para entender la metodología de las 5'S lo mejor era entender antes que es el Lean Manufacturing. Hoy en día es un término muy de moda entre las empresas, demostrando el cambio de mentalidad que se está expandiendo en nuestro entorno, aunque realmente sin llegarse a comprender del todo que es en sí el propio Lean. Se explicará rápidamente con un ejemplo.

Antiguamente una empresa buscaba gastar lo mínimo en prevención de riesgos laborales, sin embargo, se está tendiendo cada vez más a que exista una comunicación con el trabajador, de tal forma que si es necesario comprar un casco ajustable para que el empleado pueda colocárselo bien, en lugar de llevar uno estándar que le cuelga y dificulte su trabajo, la empresa se gaste el dinero, viéndolo cómo una inversión en lugar de como un despilfarro. Eso justamente es el Lean Manufacturing, una forma de pensar que busca eliminar cualquier pérdida de material o tiempo en la producción. Si el operario se encuentra más cómodo será más eficiente, por lo que consumirá menos material y/o le llevará menos tiempo realizar sus tareas. Se podría incluso llegar al caso de que el trabajador acabe quitándose el casco para realizar su actividad, acarreado que sea más probable que tenga un accidente laboral y por tanto teniendo la empresa que pagar una compensación laboral, el mayor despilfarro que podrían acarrear.

# Abstract

---

The idea of conducting this TFG arose from a stay at USRacing, the student motorcycling team of the University of Seville. In it, a group of students design and build a prototype with which they participate in Motostudent, a biannual competition in which university teams from all over the globe participate. Both the theoretical work behind the project is valued, with different deliveries throughout the season, and the dynamic capabilities of the prototype on the track. The question is getting from paper to track.

For this purpose, USR has 3 facilities in which they manufacture and build their motorcycle, in addition to storing spare parts and various materials. They are rooms through which many people pass, carrying out different tasks due to the large number of team members and the multidisciplinary nature of the project. The student association is divided into 3 technical departments that work transversely: structural, fluid dynamics and electronics.

The urgent need for order in the work and storage environments available to USRacing is undeniable. You could lose a lot of time looking for everything from a screw to the tool you need. Nor was the work environment in a better situation, which needed to be cleared to be able to work each time. This was because the team was not disciplined to keep the workshop in order, since after numerous attempts to order it, it was only a matter of time to see it again in its initial state.

For these reasons, the idea arose of implementing the 5'S method and doing it as a TFG that could range from the theoretical part of the method to its current implementation in the facilities.

The 5'S is nothing more than an improvement methodology based on 5 principles (elimination, order, cleanliness, standardization and discipline) to achieve better work areas, that is, more efficient and safer environments for operators in which they feel comfortable, and they encourage them to work instead of demotivating them. Even though most people believe that this methodology is only applicable to large companies, from the beginning, it was designed to be applicable to any type of company.

However, while doing this TFG I realized that to understand the methodology, it was best to first understand what Lean Manufacturing is. Today, it is a very fashionable term among companies, demonstrating the change in mentality that is expanding in our environment, although it is not fully understood what Lean itself is. It will be explained quickly with an example.

In the past, a company sought to spend as little as possible on occupational risk prevention. However, there is an increasing trend towards communication with the worker in such a way that if it is necessary to buy an adjustable helmet so that the employee can fit it correctly, instead of working with a standard one that hangs you and makes your job difficult. The company prefers spending money, seeing it as an investment rather than a waste. That is precisely Lean Manufacturing, a way of thinking that seeks to eliminate any loss of material or time in production. If the operator is more comfortable, he will use less material and/or spend less time doing his tasks. Not to mention that the worst that could happen is that the worker ends up removing his helmet to conduct his activity, making it more likely that he will have a work accident and therefore having the company pay workers' compensation, the greatest waste that could result.

Agradecimientos	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
Índice	x
Índice de figuras	xii
1 Introducción	1
1.1 Antecedentes: USRacing y el método de las 5'S	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Tareas a realizar	2
2 Lean Manufacturing	5
2.1 ¿Qué es el Lean Manufacturing?	5
2.2 Origen y evolución	5
2.3 Implementación del Lean Manufacturing	8
3 Método de las 5'S	13
3.1 ¿Qué es el método de las 5'S?	13
3.1.1 Seiri	14
3.1.2 Seiton	15
3.1.3 Seiso	16
3.1.4 Seiketsu	17
3.1.5 Shitsuke	19
3.2 Consideraciones a tener en cuenta para su implantación en USRacing	20
3.2.1 Beneficios generales	20
3.2.2 Factores que afectan la implantación del método	20
4 Análisis previo para la implantación de la metodología	23
4.1 Introducción	23
4.2 Talleres y almacenes iniciales	24
4.2.1 Almacén	25
4.2.2 Sala de la escalera	26
4.2.3 Taller principal	27
4.3 Problemas detectados	29
5 Implementación del método de las 5'S en la escudería	31
5.1 Fase de sensibilización	31
5.2 Seiri: Fase de selección	32

5.3 Seiton: Fase de orden	32
5.3.1 Taller principal	32
5.3.2 Taller de la escalera	33
5.3.3 Almacén	36
5.4 Seiso: Fase de limpieza	36
5.5 Seiketsu: Fase de estandarización	37
5.6 Shitsuke: Fase de disciplina	37
5.7 Resultados	38
5.7.1 Fase de sensibilización	38
5.7.2 Seiri: Fase de selección	38
5.7.3 Seiton: Fase de orden	39
5.7.4 Seiketsu: Fase de estandarización	40
5.7.5 Shitsuke: Fase de disciplina	42
6 Conclusiones y trabajos futuros	43
Bibliografía	45
Anexos	47

# Índice de figuras

---

Figura 2.1: Distribución en grupos funcionales homogéneos. [3].	6
Figura 2.2: Representación visual del proceso de producción de Toyota. [4].	7
Figura 2.3: “Casa del Sistema de Producción Toyota 1”. [2].	9
Figura 2.4: “Casa del Sistema de Producción Toyota 2”. [3].	10
Figura 2.5: “Hoja de ruta para la implantación del Lean”. [2].	12
Figura 3.1: Representación visual del método de las 5’S. [11].	14
Figura 3.2: Seiri. [11].	15
Figura 3.3: Seiton. [11].	16
Figura 3.4: Seiso. [11].	17
Figura 3.5: Seiketsu. [11].	18
Figura 3.6: Ejemplos de control visual. [3].	18
Figura 3.7: Shitsuke. [11].	19
Figura 4.1: Distintas vistas del almacén antes de aplicar el método. [12].	24
Figura 4.2: Distintas vistas del almacén antes de aplicar el método.	25
Figura 4.3: Planta del almacén en su estado inicial.	25
Figura 4.4: Planta de la sala de la escalera en su estado inicial.	26
Figura 4.5: Distintas vistas de la sala de la escalera antes de aplicar el método.	27
Figura 4.6: Planta del taller principal en su estado inicial.	28
Figura 4.7: Diferentes vistas de la casetilla antes de aplicar el método.	28
Figura 4.8: Almacenamiento de neumáticos según si están con o sin llanta. [13].	29
Figura 5.1: Planta del taller principal en su estado reformado.	33
Figura 5.2: Extractor de humos FAE1. [14].	34
Figura 5.3: Carro de Bahco E77. [15].	34
Figura 5.4: Planta del taller de la escalera en su estado reformado.	35
Figura 5.5: Soporte de pared porta-neumáticos. [16].	36
Figura 5.6: Planta del almacén reformado.	36
Figura 5.7: Armario antes y después de la reparación.	38
Figura 5.8: Nuevas distribuciones de la mesa de la impresora 3D y del almacén.	39
Figura 5.9: Nueva distribución implantada en el taller principal.	40
Figura 5.10: Cajón ordenado del carro de Bahco.	40

Figura 5.11: Etiquetado de la cajonería de tornillos.

41

Figura 5.12: Estantería con cajones clasificados.

41

# 1 Introducción

---

## 1.1 Antecedentes: USRacing y el método de las 5'S

Este proyecto surge para suplir necesidades de USRacing, una asociación de estudiantes dedicada a participar en Motostudent, una competición bienal en la que estudiantes de universidades de todo el globo compiten diseñando, fabricando y desarrollando su propio prototipo de motocicleta bajo una normativa aportada por la competición. Entre detalles de esta normativa destaca que todos los participantes deberán montar los mismos frenos y neumáticos, además del mismo motor.

USRacing participa en esta competición desde su primera edición celebrada en 2010. Desde entonces el equipo ha ido evolucionando y creciendo tanto en instalaciones como en número de personal. Esto, sumado a que ahora USRacing participa en la categoría Electric, ha llevado al equipo a emplear aún más horas dentro de sus talleres y ampliar aún más sus instalaciones con el afán de poder llegar a participar en ambas categorías que ofrece Motostudent, Electric y Petrol. Sin embargo, ya no sirve con solo decir a los miembros del equipo que mantengan el taller ordenado y limpio para encontrar un ambiente apto para trabajar.

Tanto USR como Motostudent han ido evolucionando a lo largo de las distintas ediciones que se han celebrado. Ahora se hará un repaso de esas 6 ediciones:

- Primera edición 2009-2010: Se diseñó una motocicleta de 125 cc y 2T. El equipo terminó entre los 5 finalistas seleccionados por la organización, destacando por la utilización de elementos estructurales en fibra de carbono.
- Segunda edición 2011-2012: Se evolucionó a un motor de 250 cc y 4T para igualar motorización con el campeonato del mundo Moto3. En esta edición USR alcanzó un séptimo puesto en un total de 21 participantes. Destacó el trabajo en cuanto a cálculo y diseño del prototipo.
- Tercera edición 2013-2014: Se volvió a usar elementos estructurales en fibra de carbono, así como elementos innovadores con un gran trabajo en cálculo y análisis. USRacing consiguió el tercer puesto en el Proyecto Técnico de Ingeniería entre los 32 participantes.
- Cuarta Edición 2015-2016: Se diseñó una moto con una gran reducción de peso en comparación con las ediciones anteriores. USR quedó entre los 5 mejores clasificados en el Proyecto de Industrialización de los 36 participantes del momento.
- Quinta edición 2017-2018: En esta edición se buscó reforzar el carácter de maniobrabilidad del prototipo, consiguiendo una de sus mejores participaciones en las pruebas dinámicas de la competición en la categoría de combustión. Participaron un total de 47 equipos en esta categoría.
- Sexta edición 2019-2021: Esta edición fue marcada por el COVID-19 y en ser la primera edición de USR en participar en la categoría eléctrica. Los motores usados en esta categoría buscaban tener unas prestaciones similares a los de la categoría combustión para poder seguir comparándose con Moto3. La escudería en esta ocasión cambió de enfoque buscando una moto sostenible, el mayor ejemplo de esto fue su batería soldada manualmente a partir de celdas recicladas de baterías descartadas. Participaron en Motostudent un total de 83 equipos de 16 países y 4 continentes distintos en ambas categorías.

Al igual que Motostudent ha ido creciendo a lo largo de las ediciones, también lo hizo USR pasando de tener 6 miembros en su primera edición a tener actualmente unos 50 miembros para poder abarcar más campos y poder proponerse metas más ambiciosas.

Todas estas razones motivaron a buscar una solución para obtener el entorno de trabajo deseado para las instalaciones del equipo, las cuales son 2 talleres y un almacén. El equipo buscaba algo que permitiera optimizar las tareas, mejorar la gestión de tiempo y materiales, además de dar una estética más organizada a los entornos de trabajo tanto para los miembros del equipo como para patrocinadores que se pasan por las instalaciones. Se buscaba una solución que requiriera poca aportación económica, lo que les llevo al método de las 5'S.

El nacimiento de la metodología de las 5'S se remonta a los años 60 en Japón, más en concreto dentro de la industria de Toyota. Sin embargo, para entender el porqué del método de las 5'S se debe hablar primero del Lean Manufacturing, ya que sin la filosofía del Lean, aunque se aplicará a rajatabla los pasos del método, estos perderían el sentido. No se debe olvidar que el método de las 5'S no es más que un camino para poder alcanzar principios dentro del Lean Manufacturing que ayudaran a ir un paso más haya en la forma de trabajo e incluso en la forma de ver el mundo de los miembros de la escudería.

## 1.2 Objetivos

El objetivo de este proyecto de fin de grado es mejorar la forma y calidad de trabajo del equipo implantando principios del Lean Manufacturing a través del método de las 5'S. Así se podrán obtener espacios laborales en los que los miembros del equipo no pierdan tiempo ni interés por lo que hacen, consiguiendo el mejor prototipo posible con el que competir.

Para llevarlo a cabo esto se analizará cada estancia y almacenaje de las que disponga USRacing para optimizar al máximo el tiempo en ellas, además de aumentar todo lo posible la seguridad de los estudiantes. Por último, una vez se tenga la sistemática adecuada para el equipo, se buscará su permanencia en el mismo, concienciando a los estudiantes y buscando que no solo se use el sistema, sino que este evolucione con sus miembros obteniendo un progreso continuo.

Los principales objetivos a obtener por los que se interesó USRacing en el método de las 5'S fueron:

- Aprovechar mejor el espacio.
- Eliminar todo lo inútil, posibilitando vender ciertos elementos.
- Ahorrar tiempo a la hora de buscar material o herramientas.
- Conseguir un entorno laboral acogedor para motivar a los miembros del equipo.
- Aumentar la seguridad de los estudiantes.
- No conformarse con lo que ya hay e integrar en USR la filosofía de la mejora continua.

## 1.3 Tareas a realizar

Lo primero que se realizará será medir las instalaciones y se realizarán unos planos analizando la situación inicial de las mismas. A partir de ahí, se reorganizarán las estancias buscando dividir las en distintas zonas de trabajo para minimizar desplazamientos tanto de miembros del equipo como de herramientas y material. Una vez se sepa la organización que se quiere para los talleres se pasará a implantar el método de las 5'S. Este comenzara por eliminar todo lo que no sea útil. Luego se ordenarán los que si son necesarios según un criterio y haciendo un inventario aprovechando para reubicar

muebles. A su vez que se ordena, se limpiará, así como se identificarán las fuentes de suciedad presentes para mantenerlas controladas. Una vez llegados a este punto, se tendrá las zonas de trabajo deseadas, pero para que estas perduren en el tiempo será necesario estandarización (usando carteles, formularios, imágenes, etc) y disciplina (a través de reuniones de concienciación) dentro del equipo.

Este documento se centrará en explicar tanto el Lean Manufacturing como la metodología de las 5'S para luego detallar la aplicación del método en USRacing y sus resultados a corto plazo.



## 2 Lean Manufacturing

---

En este capítulo se definirá lo qué es el Lean Manufacturing, así como se expondrán los principales conceptos y actividades asociados junto con sus orígenes en la historia.

### 2.1 ¿Qué es el Lean Manufacturing?

A veces es complicado encontrar una definición para el mismo o incluso aclarar que es Lean Manufacturing y que no. Según el libro LEAN MANUFACTURING PASO A PASO, Edición 2008, escrito por Luis Socconini, el Lean Manufacturing es el nombre que recibe el Just in Time (JIT) en occidente y que este a su vez es lo mismo que el Sistema de Producción Toyota (TPS). Esto no es así, siendo común mezclar estos 3 conceptos debido mayormente a que en los años 80 muchos investigadores occidentales se vieron atraídos por Toyota, atribuyendo el término Lean a todas las observaciones que realizaban. Sin embargo, que el Lean se acuñara con el Sistema de Producción Toyota como punto de mira no significa que sean lo mismo.

El Lean Manufacturing (traducido literalmente como manufactura ajustada), también llamado Lean a secas o Lean Production, no es más que una filosofía de trabajo y mejora continua, como se menciona en el artículo Lean Manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas, redactado por Rojas Jauregui, A.P. y Gisbert Soler. Es necesario ver al Lean como una filosofía dinámica para mejorar la elaboración del trabajo. Se trata de buscar “desperdicios”, llamando desperdicio a cualquier pérdida de tiempo o material. Se engloba en desperdicio la sobreproducción, defectos en piezas, tiempos muertos, inventarios, transportes, etc. Eliminando estos desperdicios se erradica toda actividad que no aporta nada al cliente final, pero en las que sí se invertirían recursos por parte de la empresa. Así se podrá conseguir más por menos, beneficiando tanto al cliente como a la empresa.

Para eliminar los desperdicios, el Lean busca que se empleen distintos elementos, técnicas y aplicaciones, que haya comunicación dentro de todo el grupo de trabajadores y que, en definitiva, no se dé nada por sentado, todo se puede mejorar. Se podría decir que se tiene que buscar una eficiencia en el flujo de trabajo frente a la tradicional visión de eficiencia en los recursos, siendo su objetivo final cambiar la cultura organizacional enfocándola en la mejora continua. Se deberán entender todos los procesos involucrados para poder realizar una buena organización de los mismos.

Como dijeron Juan Carlos Hernández Matías y Antonio Vizán Idoipe, en su libro Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación, Edición 2013, *“El secreto no está en el nombre de la filosofía sino en la actitud, persistente en el tiempo, de perseguir e implementar acciones de mejora y eliminación de actividades de valor añadido, con pleno apoyo de la dirección y de empleados, adaptadas a las circunstancias específicas de cada empresa, para el incremento de la productividad, la reducción de plazos de entrega, el aumento de la calidad y la reducción de costes”*.

### 2.2 Origen y evolución

Juan Carlos Hernández Matías y Antonio Vizán Idoipe, en su libro Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación, Edición 2013, apuntan que las técnicas de organización en la producción existen desde principios de siglo XX, pero Francisco Madariaga Neto en su libro LEAN MANUFACTURING

Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos, Edición Marzo 2021, prefiere partir a explicar desde el siglo XVIII con la primera revolución industrial, donde se dio el primer paso hacia la producción en serie. Aquí fue cuando se empezó a aprovechar, a través de una rueda principal, la energía hidráulica presente en los ríos para mover tornos, taladros, esmeriles o cepillos. Debajo de cada eje propulsor se solían alinear máquinas del mismo tipo, lo que ayudo a que desde los inicios las fábricas se organizaran en grupos funcionales homogéneos (GFH), que no sería desbancado hasta la llegada del Lean. Esta distribución de máquinas, como se ve en la figura 2.1, generaban flujos de trabajo muy pocos eficientes, pero para la época, al ser pequeñas factorías no generaba mucho problema.

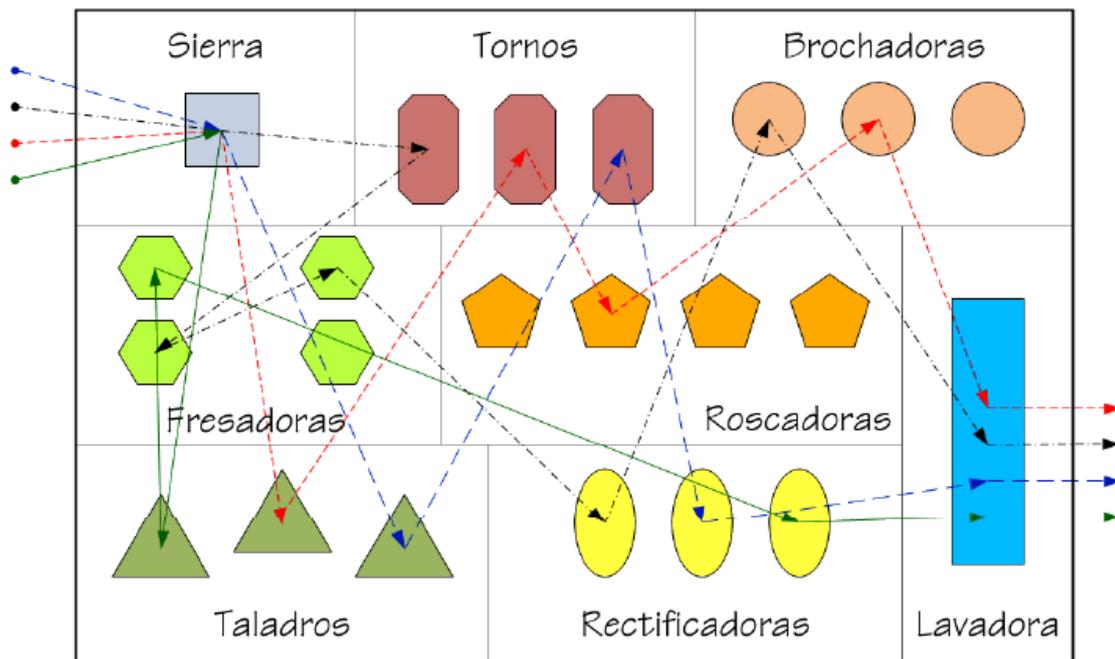


Figura 2.1: Distribución en grupos funcionales homogéneos. [3].

A partir de aquí ocurrirían varios acontecimientos que cambiarían la industria, caracterizando la primera revolución industrial. En 1776 se inventó el primer motor a vapor por James Watt, permitiendo alejar las fábricas de los ríos. En 1801, Eli Whitney creó nuevos métodos de trabajo basados en la fabricación de componentes conforme a tolerancias, calibres y plantillas específicos, que permitían producir mosquetes a partir de piezas intercambiables, sustituyendo los pocos artesanos capaces de montar armas por un gran número de trabajadores que con un mínimo de entrenamiento, montarían armas en serie.

No se hablaría de la producción en masa hasta la llegada de la segunda revolución industrial con Henry Ford, Frederick W. Taylor y Alfred P. Sloan. Henry Ford fundó Ford Motor Company, y aunque su famoso Ford T nació en 1908, hasta 1913 no se veía la primera línea de montaje de la historia. Muchos asocian a Henry Ford con la creación de la producción en serie, pero realmente fue el primero en ponerlo en práctica con su línea de montaje móvil. Los métodos de gestión científica del trabajo vinieron por parte de Frederick W. Taylor en 1911 con el taylorismo, basado en el yo pienso, tú trabajas. Esta corriente no tiene ya sentido en la industria actual, pero trajo 2 principios, el análisis y la medición del trabajo, que siguen siendo válidos e incluso parte del Lean Production.

Sin embargo, todos están de acuerdo que los inicios del Lean Manufacturing se encuentran siempre junto a Sakichi Toyoda, cofundador de Toyota Motor Company, que en 1902 fue un paso más allá inventando un artefacto que detenía el telar cuando se rompía el hilo y creando una señal visual para que el operario fuera consciente de ello, permitiendo identificar y eliminar inmediatamente el problema. Este artilugio permitió que un solo trabajador gobernara varios telares a la vez, multiplicando su productividad. El concepto que surgió de esta forma de pensar fue llamado más tarde jidoka, que significa “automatización con toque humano”. A partir de aquí nació la preocupación por mejorar las formas de trabajo.

Posteriormente, Sakichi vendió la patente de telares en 1929 y fundó junto a su hijo Toyota. Tras la segunda guerra mundial, en un mercado dominado por los norteamericanos, Japón se encontró en un escenario peliagudo en el que para poder avanzar solo podría valerse de sí misma. En una situación tan precaria, con Japón en crisis, provocando que recursos tan importantes como tierra, tecnología, materia prima o recursos financieros escasearan, Eiji Toyoda y Taiicho Ohno, jóvenes ingenieros de Toyota, decidieron ver con sus propios ojos lo que funcionaba en el mercado actual visitando empresas automovilísticas estadounidenses. Tras observar una industria a gran escala, como la de Ford, en la que se reducían costes fabricando ingentes cantidades del mismo vehículo con poca variedad, llegaron a la conclusión de que ese no era el camino. El futuro de Japón estaba encaminado a mayor variedad de modelos visualizados en automóviles drásticamente más pequeños. Decidieron que lo crucial no era centrarse en la eficiencia de recursos debido a los muchos aspectos negativos que acarrearaban estas técnicas. Para poder generar esos coches a bajo coste debían de hacer lo contrario a la tendencia del mercado, suprimir el stock y todos los desperdicios acumulados en las fabricaciones en serie del momento, aprovechando más las capacidades de los trabajadores y así centrarse en la eficiencia del flujo. Concluyeron que debían fabricar solo lo demandado cuando el cliente lo demande, surgiendo así el Just in Time. Este fue el nacimiento del Lean Manufacturing, estableciendo las bases de unos de los mejores sistemas de gestión, el TPS o Sistema de Producción de Toyota, basado en el Just in Time y en el jidoka.

Para ello, como se cuenta en el libro de Niklas Modig y Pär Åhlström; Esto es Lean: Resolviendo la paradoja de eficiencia, Edición Española 2015, Toyota tuvo que aprender a conocer las necesidades de sus clientes y la importancia que esto tenía. Un resumen visual de como lo consiguieron está en la figura 2.2.

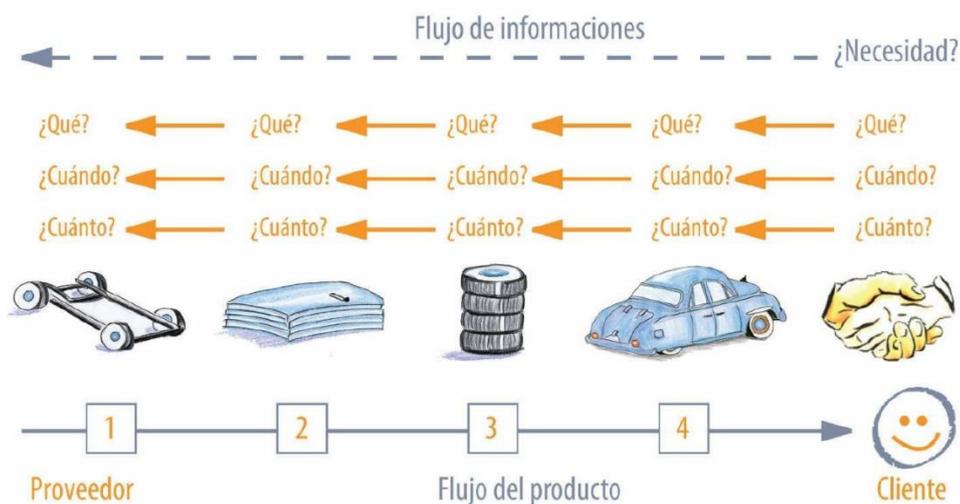


Figura 2.2: Representación visual del proceso de producción de Toyota. [4].

La figura 2.2 representa una simplificación del proceso de producción el cual se basaba en desglosar las necesidades del cliente con las preguntas adecuadas: ¿Qué?, ¿Cuándo? y ¿Cuántos? Así, el material circulaba por el proceso de producción, desde su compra hasta la venta del producto final, permitiendo que no se creara stock, ya que en cada etapa se sabe que hacer, cuando hacerlo y cuantos a hacer. De esta forma, Toyota eliminó las 6 formas de desperdicio que encontró en la producción a gran escala de Estados Unidos que no agregaban ningún valor:

- Exceso de producción: Radica en el exceso de capacidad de la maquinaria, tendiendo a abrir las puertas a otros tipos de desperdicios. Se debe centrar la producción en hacer solo lo que el cliente necesita.
- Tiempo disponible: Se debe organizar la producción para eliminar todo el tiempo de espera posible, tanto para las máquinas como los empleados.
- Transporte y movimiento: Evitar tanto el transporte de material dentro de la fábrica como el movimiento de los trabajadores a la hora de realizar sus operaciones habituales. Este problema radica en hacer un buen layout de la planta.
- Procesamiento: No se debe trabajar las piezas más de lo necesario. Suele deberse por usar herramientas más precisas o sofisticadas de lo necesario.
- Stock: Es el despilfarro más claro, dejando ver que hay ineficiencias en el proceso de producción.
- Hacer productos con defectos: Es muy aceptado en la industria actual, sin embargo, no deja de ser trabajo extra por no haber ejecutado correctamente el proceso productivo.

Al principio el Toyota Production System no tuvo mucha notoriedad, pero tras la crisis del petróleo en 1974, la notoriedad de Toyota fue innegable, consiguiendo beneficios mientras el resto de las empresas japonesas solo conseguían pérdidas. Esto provocó que el gobierno japonés expandiera este sistema.

Así, superada la crisis del petróleo, es cuando se vio cómo gracias al Lean, la industria japonesa empieza a tener una ventaja competitiva notable frente a la europea. Sin embargo, Europa no fue capaz de ver esta ventaja hasta llegados los años noventa con el libro *La máquina que cambió el mundo* de Womack Jones y Roos. Aquí se empleó por primera vez el término Lean Manufacturing. En este libro se comparan los sistemas de producción japonés, europeo y norteamericano, destacando el japonés por ser capaz de combinar eficiencia, flexibilidad y calidad por partes iguales a través de 5 principios básicos del Lean: el trabajo en equipo, la comunicación, el uso eficiente de los recursos, la eliminación de desperdicios y la mejora continua. Tras esto, la expansión del Lean llegó para quedarse y expandirse desde pymes hasta grandes multinacionales, siendo *La máquina que cambió el mundo* el primero de muchísimos libros sobre el tema.

## 2.3 Implementación del Lean Manufacturing

Para implementar el Lean Manufacturing no existe un método o una forma definitiva para hacerlo. Su implementación es algo sencillo en contenido, pero complicado en ejecución, requiriendo estudiar cada caso y encontrar el camino que mejor se adecue al mismo. Según el problema existente en la empresa, podemos encontrar unas herramientas Lean más idóneas u otras. El esquema que mejor visualiza esto es la “Casa Toyota” (Figura 2.3).

Tal como explican Juan Carlos Hernández Matías y Antonio Vizán Idoipe en su libro *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*, los cimientos y pilares de la casa representan la base, de donde se

necesita la fuerza para llevar a cabo el sistema. Si una de estas partes está debilitada, caería todo el sistema. El techo representa las metas a conseguir. Los elementos de esta casa se construyen a partir de la aplicación de múltiples técnicas que divide, según su función, en el diagnóstico del sistema, operativas o de seguimiento. Es importante tener en cuenta este esquema como una aproximación de la filosofía que representa el Lean Manufacturing y de las técnicas disponibles a usar, pero no tomárselo al pie de la letra. Cada proyecto deberá encontrar su propio hogar.

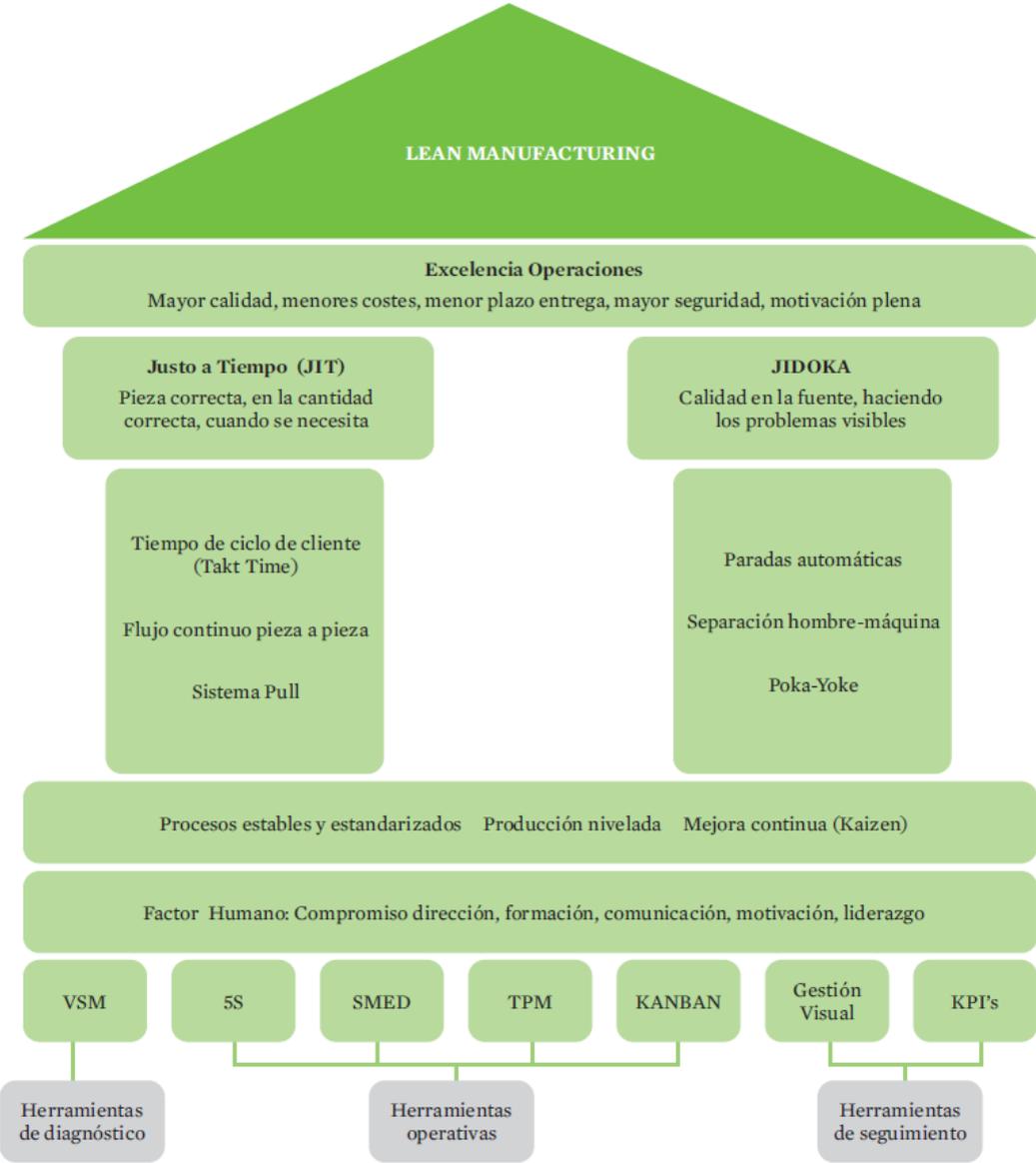


Figura 2.3: "Casa del Sistema de Producción Toyota 1". [2].

En la casa sobre el TPS expuesta por Francisco Madariaga Neto en su libro LEAN MANUFACTURING Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos, ilustrada en la figura 2.4, se puede denotar una gran similitud con la anterior. Sin embargo, para detonar la importancia de la base de la misma, en la casa de Francisco Madariaga se desglosa más llegando a dibujar el terreno sobre el que colocamos la casa, representado por el liderazgo, el respeto, la confianza y la cooperación. Deja claro, que si no hay terreno donde construir no podemos implementar ninguna

metodología o herramienta. Sobre este terreno coloca la estabilidad, la estandarización y la producción nivelada. Siendo la estabilidad el primer peldaño, una de las técnicas posibles a usar para alcanzarla es el método de las 5'S, ya que esta está enfocada a mejorar las condiciones de los puestos de trabajo de los operarios y mantenerlas en el tiempo.

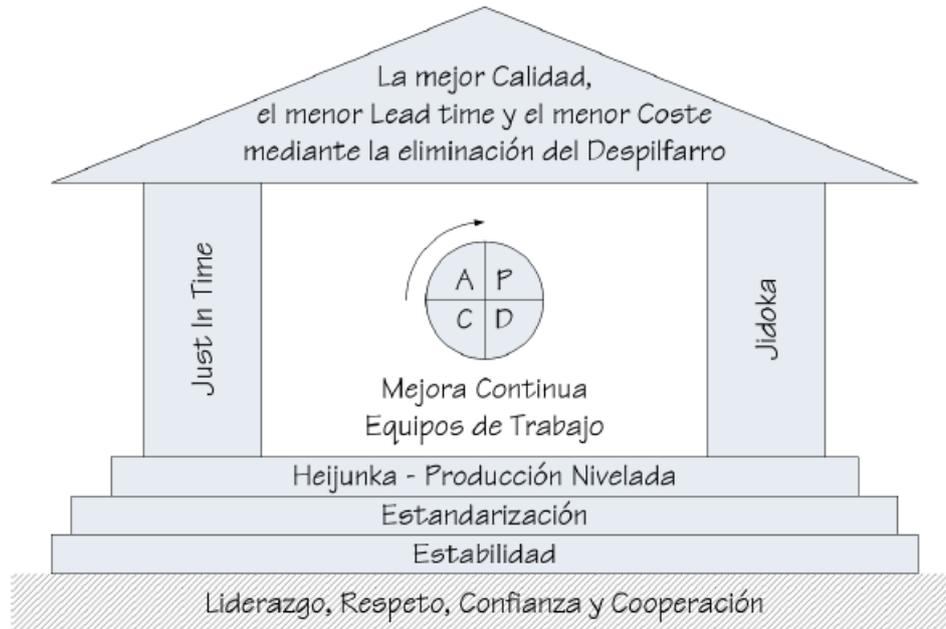


Figura 2.4: “Casa del Sistema de Producción Toyota 2”. [3].

La tabla 2.1 destaca la ingesta cantidad de técnicas que tenemos a disposición para implantar el Lean, pues evidentemente solo se encuentran las más destacadas, dejando ver que no todas llegan a ser realmente complejas, pudiendo ser de sentido común incluso. Sin embargo, aun habiendo tal cantidad, podemos explicar cómo emplearlas a través de una hoja de ruta genérica para la implantación del Lean Manufacturing (Figura 2.5).

La hoja de ruta, ilustrada en el libro de Juan Carlos Hernández Matías y Antonio Vizán Idoipe mencionado anteriormente, está formada por una serie de fases y elementos, pudiendo volver atrás dado el caso. Al igual que con la “Casa Toyota”, esta debe tomarse como ejemplo para que cada empresa haga su propia hoja de ruta, ya que la ilustrada en este documento está enfocada a un escenario de “máximos”. Cada fase se explica a continuación:

- 1) Diagnóstico y formación: Para poder empezar a trabajar se necesita un punto de inicio. Se centrará en conocer el estado actual de la empresa en relación con el Lean.
- 2) Planificación de la implantación Lean: En función de la situación actual, determinada en la fase anterior, se planifica un proyecto de implantación con objetivos claros a corto, medio y largo plazo.
- 3) Lanzamiento: Es el comienzo de los cambios en la producción. Se recomienda el uso de técnicas rápidas, motivadoras y esenciales dentro de la filosofía del Lean, como es el método de las 5'S o SMED. A veces se necesita un rediseño del layout de la planta.
- 4) Estabilización de mejoras: Para no perder lo conseguido en la etapa anterior se aplican acciones TPM o cualquiera relacionada con técnicas de calidad, consiguiendo más mejoras y haciendo más estable

el proceso. Esto desembocará en una producción de lotes más pequeños con una mayor flexibilidad y calidad en los mismos.

- 5) Estandarización: Gracias a las fases anteriores ahora se puede abordar la optimización de los métodos de trabajo y diseñar métodos de trabajo que se adapten a la demanda del cliente. Los trabajadores se volverán multifuncionales para adaptarse al ritmo de producción requerido.
- 6) Fabricación en flujo: Tras las 5 fases anteriores es posible perseguir principios más ambiciosos, como son los principios del JIT, buscando alcanzar niveles de despilfarros que tiendan a cero.

Tabla 2.1: Recopilación de herramientas Lean más importantes.

Acciones y técnicas para la mejora de sistemas productivos				
Las 5'S	Orientación al cliente	Control total de calidad	Control estadístico de procesos	Círculos de control de calidad
Benchmarking	Sistemas de sugerencias	Análisis e ingeniería de valor	SMED	TOC (Teoría de las restricciones)
Disciplina en el lugar de trabajo	Coste basado en actividades	Mantenimiento productivo total (TPM)	Seis sigma	Kanban
Mejoramiento de la calidad	Nivelación y equilibrio	Sistema matricial de control interno	Just in Time	Cuadro de mando integral
Cero defectos	Presupuesto base cero	Actividades en grupos pequeños	Organización de rápido aprendizaje	Mejoramiento de la productividad
Despliegue de la función de calidad	Jidoka	AMFE	Técnicas de gestión de calidad	Ciclo de Deming
Detección, prevención y eliminación de desperdicios	Función de pérdida de Taguchi	Estandarización	Sistemas de participación de personal	Heijunka
Andon	El ciclo PHVA	Poka-yoke	Value stream mapping	Gemba

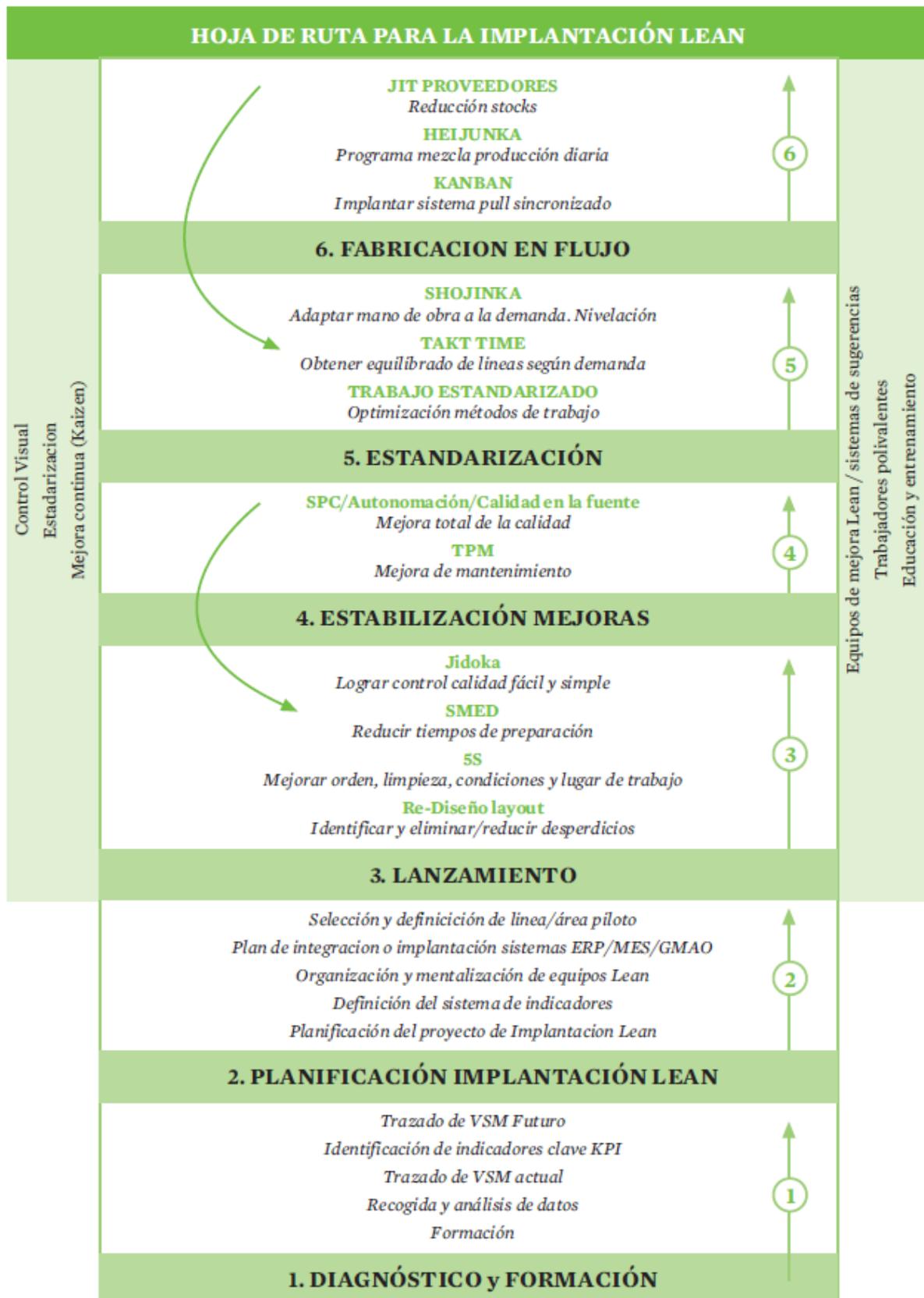


Figura 2.5: “Hoja de ruta para la implantación del Lean”. [2].

## 3 Método de las 5'S

---

En este capítulo, tras haber hablado y dejado algo más claro el Lean Manufacturing, nos centraremos en una de sus técnicas de implantación, el método de las 5'S. Esta ha sido la técnica elegida para implantar en USRacing debido al bajo coste a la hora de materializar el método frente a las ventajas que acarrea el mismo.

En el artículo de reflexión titulado EL MÉTODO DE LAS 5S: SU APLICACIÓN, escrito por Marco Antonio Jara Riofrío, se puede leer sobre cómo se consigue con éxito la aplicación del método en “El Bazar y Papelería de Lupita”, un negocio pequeño consiguiendo mejoras visibles a corto plazo con costes relativamente bajos, justo lo que queremos conseguir.

### 3.1 ¿Qué es el método de las 5'S?

Tras haber explicado el Lean Manufacturing, definir el método de las 5'S es mucho más sencillo. El método de las 5'S es un medio, una herramienta como cualquier otra, para alcanzar esa producción sin despilfarros ni desperdicios, en las que se mejora las condiciones del trabajador y el producto final sin necesidad de invertir grandes sumas de dinero. Sin embargo, requiere para su aplicación un esfuerzo consciente y de un cambio cultural. Este se puede usar a su vez junto a otras técnicas de Lean Manufacturing.

En el libro EL EFECTO 5S MANUAL PASO A PASO, de Jesús David Palencia Campo y Mario León Isaza Pareja, se menciona que en 1998 se realizaron varias investigaciones sobre el método de las 5'S en un área piloto. Los resultados obtenidos fueron:

- Mejoras de auditorías de proceso de un 13 %.
- Mejoras de espacio de un 34 % en las áreas de trabajo.
- Ahorro de tiempo de un 52 % en cambios de aceite.
- Ahorro de tiempo de un 92 % en búsquedas de documentos.
- Ahorro de tiempo de un 72 % en limpieza.
- Ahorro estimado de 3.000 horas por año en una sección productiva.

Estos resultados dejan constancia de que aplicando bien el método se obtendrá una mejoría significativa en determinadas tareas. Se menciona en el libro de Luis Socconini que la metodología de las 5'S fue desarrollada por Hiroyuki Hirano, representando una de las piedras de inicio para cualquier sistema de mejora. Se le conoce por las 5'S porque se basa en 5 pasos identificados con 5 palabras japonesas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, traducidas como eliminar, ordenar, limpiar, estandarización y disciplina. En la figura 3.1 se muestran estos pasos representado que forman parte de un todo continuo. Se explicarán a continuación cada uno.



Figura 3.1: Representación visual del método de las 5'S. [11].

### 3.1.1 Seiri

Seiri significa seleccionar. Separar lo necesario de lo que no y lo que es inservible eliminarlo. Debido a la importancia de la eliminación que acarrea este paso, también es a veces llamado así. Podemos ver esto ilustrado en la figura 3.2. Es normal con el tiempo acumular cosas y no siempre todo es útil. Llenar nuestro puesto de trabajo de herramientas que rara vez se usen solo provocará reducir el espacio de trabajo y estorbar. Mientras más cosas haya en un puesto de trabajo peor se manejarán las herramientas y más probable será que haya accidentes. También tener demasiados elementos en el entorno de trabajo puede generar pesadez, dificultando el control visual, provocando, por ejemplo, perder tiempo buscando cosas, despejando espacios, etc.

Dentro de estos objetos a desechar se puede contar desde objetos personales hasta cajas con productos. Por eso es necesario clasificar dentro de los innecesarios entre basura, chatarra, elementos a vender y elementos a devolver a sus propietarios. Durante el proceso será normal encontrar ciertos objetos que acaben siendo dudosos. En tal caso se deberá etiquetar y listar estos elementos para guardarlos un cierto tiempo en el almacén. En ese tiempo se controlará si son utilizados o no para determinar finalmente si son innecesarios o necesarios.



Figura 3.2: Seiri. [11].

Esta fase consiste en:

- Separar lo necesario en el día a día del operario de lo que no.
- Separar lo útil de lo inservible, clasificando a su vez los elementos útiles según sus diversas características con respecto al operario, como puede ser su naturaleza o uso con el objetivo de facilitar la agilidad del trabajador.
- Eliminar lo que no es útil, elementos que puedan provocar averías en la maquinaria e información innecesaria que pueda conducir a malas interpretaciones.

La función principal del Seiri es preparar los lugares de trabajo para ser más productivos y seguros. Los beneficios radican en eliminar todas las desventajas comentadas en un principio, liberando el espacio tanto en plantas como oficinas, mejorando el control visual y disminuyendo el tiempo entre fallos de los equipos.

### 3.1.2 Seiton

Seiton significa ordenar. El objetivo de esta fase es conseguir que cada artículo que se ha calificado cómo necesario tenga su lugar y que ese lugar sea el adecuado para él, es decir, en un lugar cercano a donde se pueda necesitar, conservándose en condiciones óptimas, como se observa en la figura 3.3. También en este paso se busca eliminar tiempos muertos, facilitando lo máximo posible encontrar la herramienta a la vez que su deposición tras su uso, en su sitio indicado. Se ganará más control permitiendo detectar antes la falta de stock de material, facilitando su reposición.



Figura 3.3: Seiton. [11].

Por lo cual esta fase consiste en:

- Asignar un sitio adecuado a cada objeto.
- Determinar el stock necesario de cada elemento.
- Garantizar que cada herramienta vuelva a su lugar.
- Aseverar que los artículos guardados están listos para su empleo y se conservan en condiciones idóneas.

Sin el Seiton se incrementaría los desplazamientos del operario debido a el tiempo de acceso a las diversas herramientas o por tener alejados distintos puestos necesarios en el ensamblaje de un producto, aumentando el tiempo para fabricar una pieza. El desorden puede provocar errores graves al usar equipos, accidentes laborales o no controlar los stocks de materiales, entre otras cosas.

### 3.1.3 Seiso

Seiso significa limpieza. Eso no implica que esta fase radique en limpiar, tal como dice en la figura 3.4. Se debe centrar en encontrar las fuentes de suciedad y remediarlas. Ejemplos de fuentes de suciedad pueden ser un mal mantenimiento en una tubería, provocando goteras, o maquinaria que genere viruta sin un sistema de recogida apropiado para la misma. Limpiar todos los entornos de trabajo, maquinaria y herramientas junto a una rutina de limpieza y mantenimiento implementada dentro de la rutina diaria del trabajador asegurará unas zonas limpias y seguras. También ayudará a una detección más temprana de averías, aumentando la vida útil de las herramientas y máquinas.



Figura 3.4: Seiso. [11].

Resumiendo, los pasos para ejecutar el Seiso serían:

- Limpieza general.
- Recopilar los materiales necesarios para la limpieza rutinaria de cada zona de trabajo e implantarla en el día a día de los operarios.
- Buscar métodos de prevención que sofoquen y suavicen los focos de suciedad.
- Facilitar acceso a lugares de difícil limpieza o evitar la entrada de suciedad en los mismos.
- Sustituir elementos rotos que generen focos de suciedad, realizando siempre arreglos de la forma correcta, es decir, según las indicaciones del fabricante.

Se debe recordar que mantener las instalaciones limpias no solo es por funciones estéticas, sino porque la limpieza está íntimamente relacionada con el funcionamiento y mantenimiento de las máquinas. Por lo cual, su implantación debe ser muy concienciada en los operarios para incluirla en su jornada laboral, ya que sin la habituación adecuada es común dejadez en este tipo de tareas, sobre todo en el personal más senior.

### 3.1.4 Seiketsu

Seiketsu significa estandarización. Todos los pasos anteriores proporcionarán una serie de ventajas ya mencionadas, pero solo si se mantienen en el tiempo, mencionado en la figura 3.5. Este paso se centra en eso, en conseguir que lo realizado perdure, en que situaciones anómalas resulten obvias para que se solucionen lo más pronto posible. Por lo cual, concienciar a los trabajadores y darles instrucciones para mantener las 3'S a cada persona según sus responsabilidades y obligaciones será primordial. Sin embargo, para que de verdad lo interioricen los operarios, cada uno deberá encontrar su camino para hacer cumplir sus tareas entrenando su estandarización.

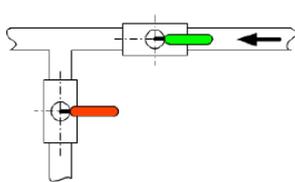


Figura 3.5: Seiketsu. [11].

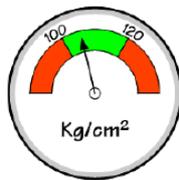
Esta etapa pretende:

- Mantener el estado logrado tras aplicar las 3'S anteriores.
- Emplear control visual para indicar cómo se debe conservar el entorno de trabajo.
- Definir métodos de limpieza, orden y trabajo.

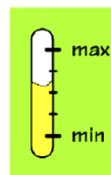
El Seiketsu está íntimamente relacionado con el control visual, llegando en algunas fuentes a tomar distintas traducciones como señalización o directamente control visual. Cuando se habla de control visual en esta etapa, se busca delimitar rangos de funcionamiento y niveles, indicar estados de llaves de paso y sentidos de fluidos y transmisiones (ejemplos en la figura 3.6), y en definitiva, permitir con un simple vistazo observar que todo va bien, permitiendo detectar errores y fallos lo más rápido posible, con suerte incluso antes de que ocurran.



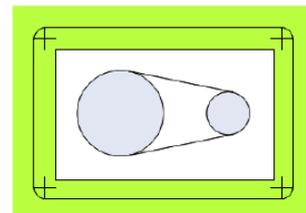
Control visual de la posición de las llaves de paso: normalmente cerrada = rojo normalmente abierta = verde



Control visual de los indicadores de presión, temperatura...



Control visual de los niveles de aceite.



Tapa de policarbonato transparente para el control visual del estado de correas...

Figura 3.6: Ejemplos de control visual. [3].

Gracias al Seiketsu se llega hasta a mejorar el bienestar de los trabajadores, generar y guardar conocimientos con el tiempo, se evitan riesgos laborales, se prepara a los operarios para puestos de mayor responsabilidad gracias a las habilidades de gestión conseguidas y se incrementa la productividad de la planta.

### 3.1.5 Shitsuke

Shitsuke significa disciplina, traducido en la figura 3.7. Algunas veces también es traducido como seguimiento en referencia a esta fase. Una vez se ha conseguido implantar en la planta el Seiri, el Seiton y el Seiso, y se sabe cómo mantenerlas en el tiempo con el Seiketsu, solo queda una cosa, respetarlas. Lo difícil no es lo ya hecho, es cumplirlo. Si ya había disciplina dentro de la empresa, implantar las 4'S anteriores será muy simple. La aplicación del Shitsuke nos asegura que el aumento de seguridad, productividad y calidad en nuestras instalaciones mejore progresivamente. Esta fase implica autocontrol dentro de la empresa.

Esta etapa se basa:

- Tener control personal.
- Enseñar al operario a mantener el estado actual con el adecuado entrenamiento.
- Comprender la importancia del respeto hacia nosotros mismos, a los demás y a las normas elaboradas entre todos.
- Realizar auditorías o reuniones periódicas de autoevaluación y evolución de lo empleado, permitiendo siempre sugerencias de cómo mejorar lo que ya hay por parte de los trabajadores.

La empresa fomentará las prácticas necesarias para mantener todo, debido a los beneficios y ventajas que estos conllevan, no obstante, los operarios tendrán que ser los que se disciplinen a sí mismos para mantener las 5'S en sus vidas. Lo que ganará el trabajador es una mayor moral para trabajar consiguiendo un sitio cómodo y atractivo en el que gastar su jornada laboral.

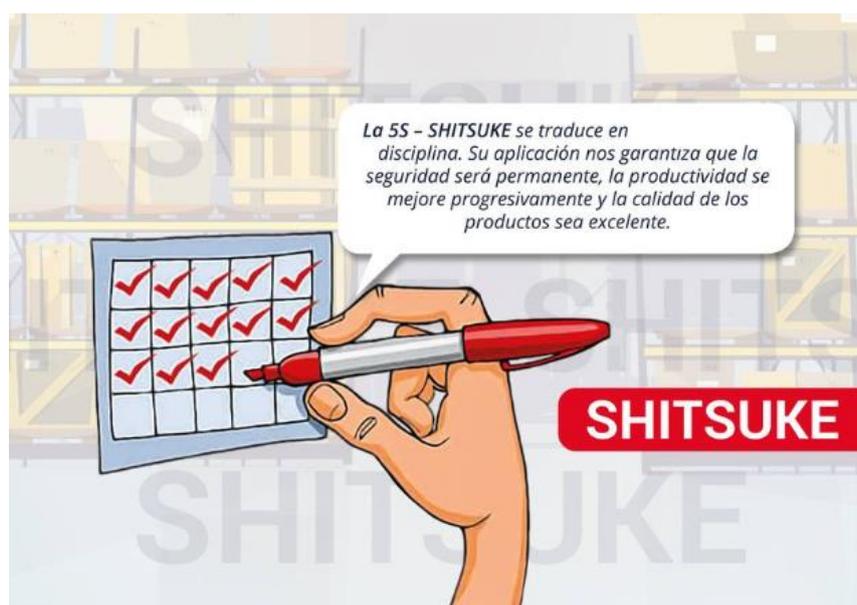


Figura 3.7: Shitsuke. [11].

## 3.2 Consideraciones a tener en cuenta para su implantación en USRacing

### 3.2.1 Beneficios generales

Se han mencionado muchos beneficios del método de las 5'S a lo largo de la explicación del mismo. Sin embargo, es conveniente que veamos una lista más orientada a los beneficios que nos interesan en nuestro caso concreto, los talleres de USR, para comprender cuantos cambios supone una implantación satisfactoria de las 5'S:

- Mayor seguridad en el trabajo, reduciendo accidentes.
- Tiempos más cortos de producción y adaptación al eliminar búsquedas y minimizar desplazamientos.
- Mejores labores de mantenimiento.
- Aumento en la motivación de los miembros de la escudería, estimulando su crecimiento.
- Mayor vida útil de herramientas y consumibles.
- Solo estará disponible lo verdaderamente útil, encontrándose ordenado y clasificado.
- El entorno de trabajo estará siempre listo para usar (limpio y despejado).
- La estética del lugar de trabajo mejorará, aumentando su atractivo para trabajar en él y mejorando la imagen de la escudería.
- Se conserva y utiliza el conocimiento acumulado por el equipo.
- Se obtiene mayor espacio y una mayor calidad de producto.
- El personal acaba preparado para asumir mayores responsabilidades y poder ascender de forma segura dentro de USRacing.
- Aparición de cultura de respeto y cuidado de los recursos de la escudería.

### 3.2.2 Factores que afectan la implantación del método

Existen diversos factores que al darse en una empresa pueden provocar el fracaso del método. Estas causas proceden o de la dirección de la empresa o del personal de la misma, ya que el método requiere de un compromiso por parte de ambas partes, un apoyo constante. Algunos de estos factores son los siguientes:

- Considerar que el aseo, la limpieza y el orden es solo problema de los operarios. Si no se poseen los recursos adecuados ni se establecen metas para mejorar, es casi imposible que el personal tome la iniciativa.
- No tener la persona indicada de líder para esta operación. Los operarios pueden estar involucrados, pero sin un líder que ejecute las fases del método en los momentos correspondientes y sea consciente del trabajo diario, no se llegará a ningún sitio.
- Tener material del que no querer deshacerse a pesar de su inutilidad. Podemos identificar el material a eliminar, pero aun así no tirarlo por miedo a necesitarlo algún día o simple dejadez.
- Negación por parte del personal. A veces el personal, sobre todo el veterano, suele ser reacio a implantar el método debido a que no consideran la limpieza y el orden como parte de su trabajo o por considerar que estas son tareas para personal con menor experiencia.

- No encontrar el momento para implantar el método. Es frecuente que no se encuentre ni momento en la jornada para incluir la limpieza y el orden o directamente el momento para empezar a usar las directrices de las 5'S debido a que se cree que el tiempo de producción es más importante que el de limpieza.
- Contradicciones dentro de la dirección. Esto frenará el método en seco al transmitir esa inseguridad a los trabajadores, condenándolo al fracaso.



## 4 Análisis previo para la implantación de la metodología

---

Este capítulo se centrará en USRacing, en el estado inicial de sus instalaciones y en detectar los problemas que afecten o influyan en la implementación de la metodología 5'S.

### 4.1 Introducción

USRacing es la escudería de motociclismo oficial de la Universidad de Sevilla, una asociación de estudiantes unidos para la realización de un gran proyecto, el diseño y fabricación de una motocicleta de competición. El equipo está formado por integrantes de todo tipo de titulaciones de la Universidad de Sevilla, consiguiendo un enfoque multidisciplinario para un problema que así lo requiere.

La escudería existe prácticamente desde que existe Motostudent. Fue equipo fundador en la primera edición de la competición en 2009. En la sexta edición, en 2021, USR dio un gran salto, pasando de la movilidad Petrol a la Electric.

Para entender mejor a USRacing, será mejor explicar más acerca de la competición en la que participa. Motostudent International Competition se organiza cada 2 años por Moto Engineering Foundation en la que participan universidades de todo el globo en Motorland, Aragón. La competición cuenta con 2 partes bien diferenciadas llamadas MS1 y MS2:

- MS1: valora el proyecto técnico, económico y de industrialización. Es el desarrollo del proyecto en sí a lo largo de los 2 años de competición.
- MS2: constituye todas las pruebas dinámicas de la moto en el circuito de Motorland, incluyendo una carrera entre todos los competidores.

En cada edición es necesario diseñar y fabricar un prototipo nuevo, de aquí nacen las necesidades de almacenamiento y de zonas de trabajo de USR. La parte del equipo dedicada a esto son los departamentos técnicos, por lo que nos centraremos mayormente en ellos. También existen 2 departamentos no técnicos con necesidades de un poco de almacenamiento. Existen 3 departamentos técnicos:

- Estructural: se encarga de la estructura de la moto, es decir, del chasis y los diversos subchasis y basculantes que se vean necesarios, además de como sujetar los componentes de la moto a los mismos. También se encargan del reglaje de los frenos y las suspensiones y de estudiar el prototipo dinámicamente para obtener el comportamiento idóneo, habiendo construido todo el prototipo teniendo en cuenta la geometría diseñada inicialmente.
- Electrónica: diseña y prueba los variados circuitos eléctricos que componen la motocicleta, además de programarlos y de la recogida y procesado de datos. Entre sus componentes más destacables se encuentran la batería, la BMS, el cargador, el inversor de corriente y la telemetría.
- Fluidodinámica: busca el mejor comportamiento aerodinámico y sustentar la refrigeración necesaria para el prototipo. Para ello diseñan y fabrican carenado, quilla, cubre-depósito, colín y toberas, además de calcular los intercambiadores de calor necesarios.

Para poder llevar a cabo todas estas funciones, todos los departamentos necesitan un espacio amplio y apto en el que trabajar sobre el prototipo; además estructural necesita de al menos una mesa de trabajo

con sus herramientas, electrónica necesita una zona reservada y adaptada para el soldado de la batería junto a otra zona de trabajo para configurar y fabricar sus componentes y cableados, y por último, fluidos necesita de un espacio donde poder lijar, pintar y tratar las distintas fibras que usan.

## 4.2 Talleres y almacenes iniciales

USR dispone de 3 salas dentro del recinto de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Una es usada cómo almacén, otra es una sala para las impresoras 3D (la sala de la escalera) y la última es la zona más amplia empleada cómo taller y oficina (el taller principal). Además, el taller principal cuenta con un sombrero que se emplea para múltiples tipos de tareas, sobre todos para aquellas que desprenden virutas.

Las 2 primeras estancias mencionadas están ubicadas prácticamente a la entrada del edificio L-1.O. El almacén se encuentra en frente del antiguo taller del equipo, en la primera planta, y la sala de la escalera en el hueco de la escalera que dejan las mismas en la planta baja. Esas escaleras son las que llevan al almacén. Sin embargo, el taller principal se encuentra algo más lejos, en la zona de aparcamiento de bicicletas y patinetes particulares, ubicado detrás del edificio L-6. Podemos ver todo esto referenciado en la figura 4.1.

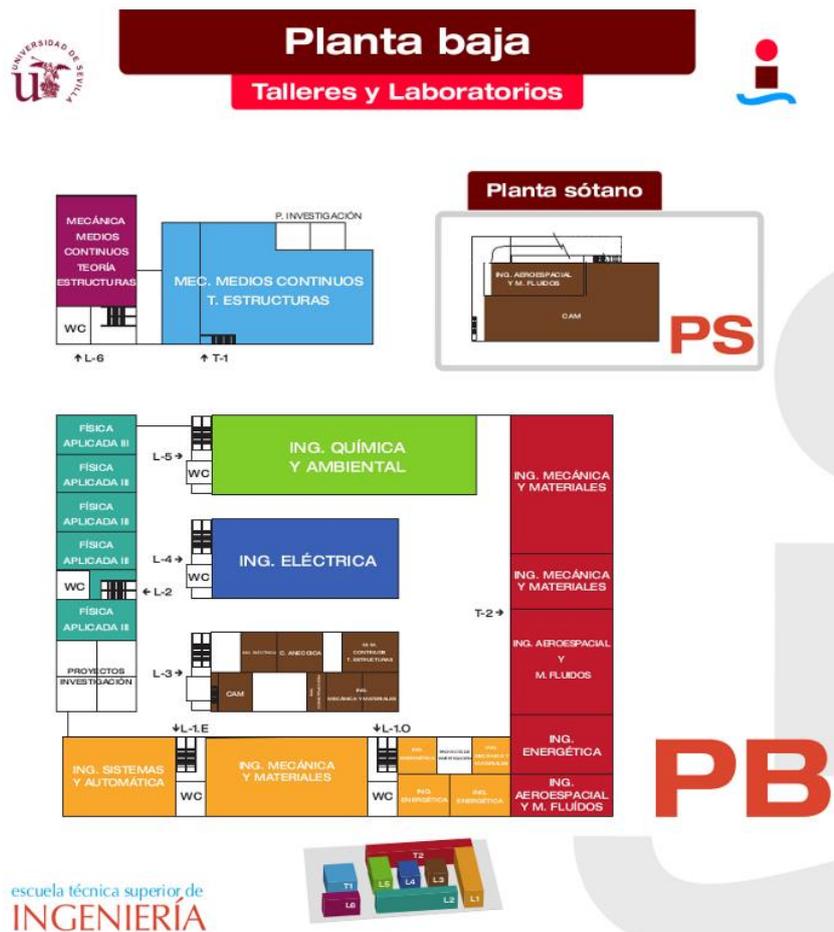


Figura 4.1: Distintas vistas del almacén antes de aplicar el método. [12].

#### 4.2.1 Almacén

Es la sala, de las 3 que actualmente dispone USR, que ha sido durante más tiempo usada por el equipo. Se trata de un almacén de 5.9 m<sup>2</sup> y 2.7 metros de altura sin iluminación natural ni ventilación, en la figura 4.2 se puede ver distintas vistas del mismo. Ha sido empleado para almacenar multitud de objetos, muchos de ellos sin un fin concreto. Se puede ver los planos del mismo en la figura 4.3.



Figura 4.2: Distintas vistas del almacén antes de aplicar el método.

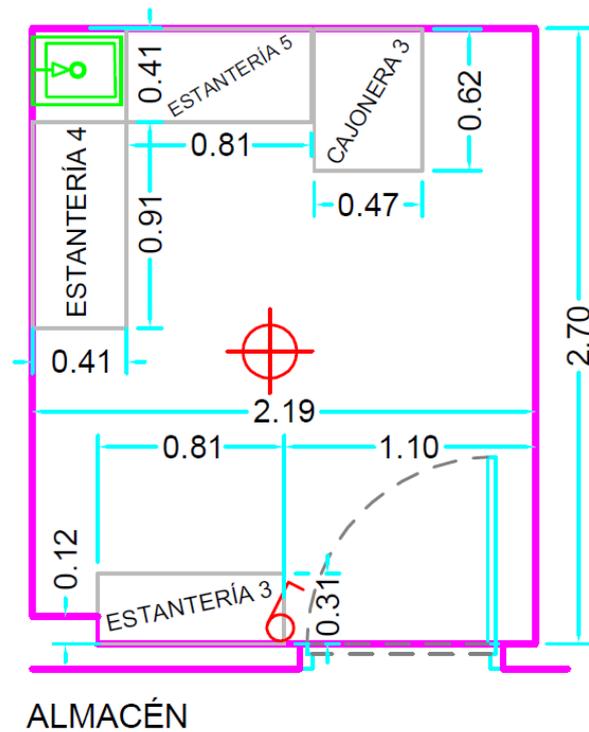


Figura 4.3: Planta del almacén en su estado inicial.

#### 4.2.2 Sala de la escalera

Esta sala cuenta con 3 enchufes, una fuente de iluminación artificial y una superficie de 10.75 m<sup>2</sup>. Sin embargo, la zona donde está ubicada (debajo de la escalera que comunica con el almacén anterior) hace que el techo esté inclinado desde 1 a 2.42 m de altura. Además, la sala queda dividida en 2 partes debido a un muro, transformando la sala en una especie de 2 pasillos. Se puede apreciar esto muy bien en el plano de la figura 4.4.

Todos esos factores provocaron que el trabajo de taller de estructural y fluidodinámica en esta sala fuera demasiado dificultoso, derivando a que la sala haya acabado siendo utilizada más que cómo otro almacén solo por fluidodinámica para dejar funcionando las impresoras 3D, ya que si nadie entra en la sala asegura que no haya corrientes de aire y mejore la calidad de la impresión. En la figura 4.5 se encuentra la sala ilustrada desde distintas vistas.

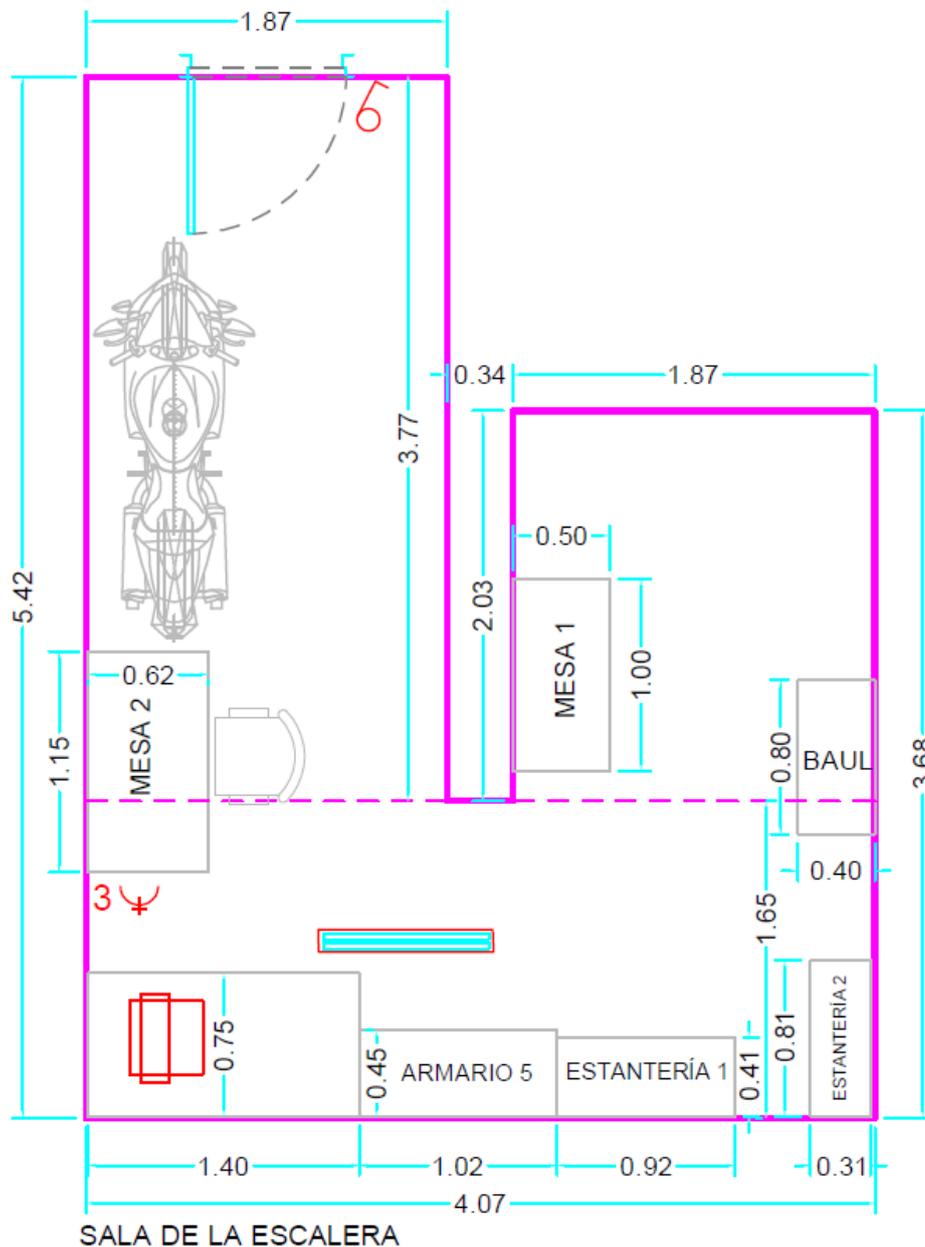


Figura 4.4: Planta de la sala de la escalera en su estado inicial.

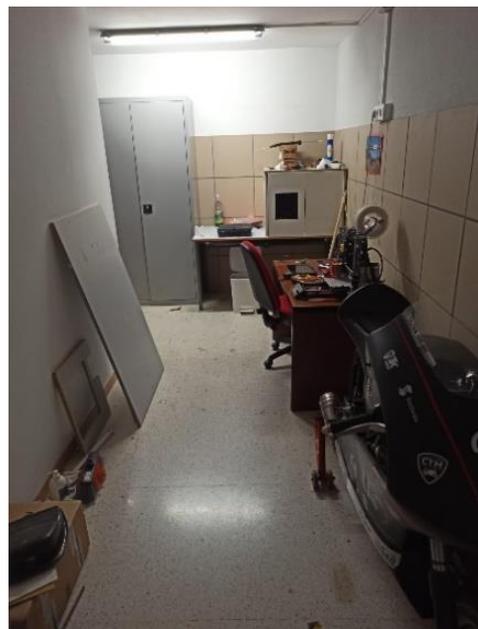


Figura 4.5: Distintas vistas de la sala de la escalera antes de aplicar el método.

### 4.2.3 Taller principal

Es la última sala cedida a la escudería. Es una casetilla que brinda  $28.97 \text{ m}^2$  con  $2.51 \text{ m}$  de altura. Tiene amplias entradas de luz natural y cuenta con 2 extintores, un botiquín, 10 enchufes y aire acondicionado. Sin embargo, la mayoría de los enchufes se acumulan en un mismo punto donde además se encuentra con un cable de trifásica suelto. Todo se encuentra referenciado en el plano de la figura 4.6.

Es la sala más concurrida actualmente. Al ser la más amplia y disponer de varias mesas es usada desde taller hasta oficina. Alrededor también cuenta con techado y mesas, lo que permite realizar operaciones de lijado o pintado en ellas. Al igual que en los casos anteriores, se adjuntan fotos de la estancia para poder apreciarla mejor en la figura 4.7.

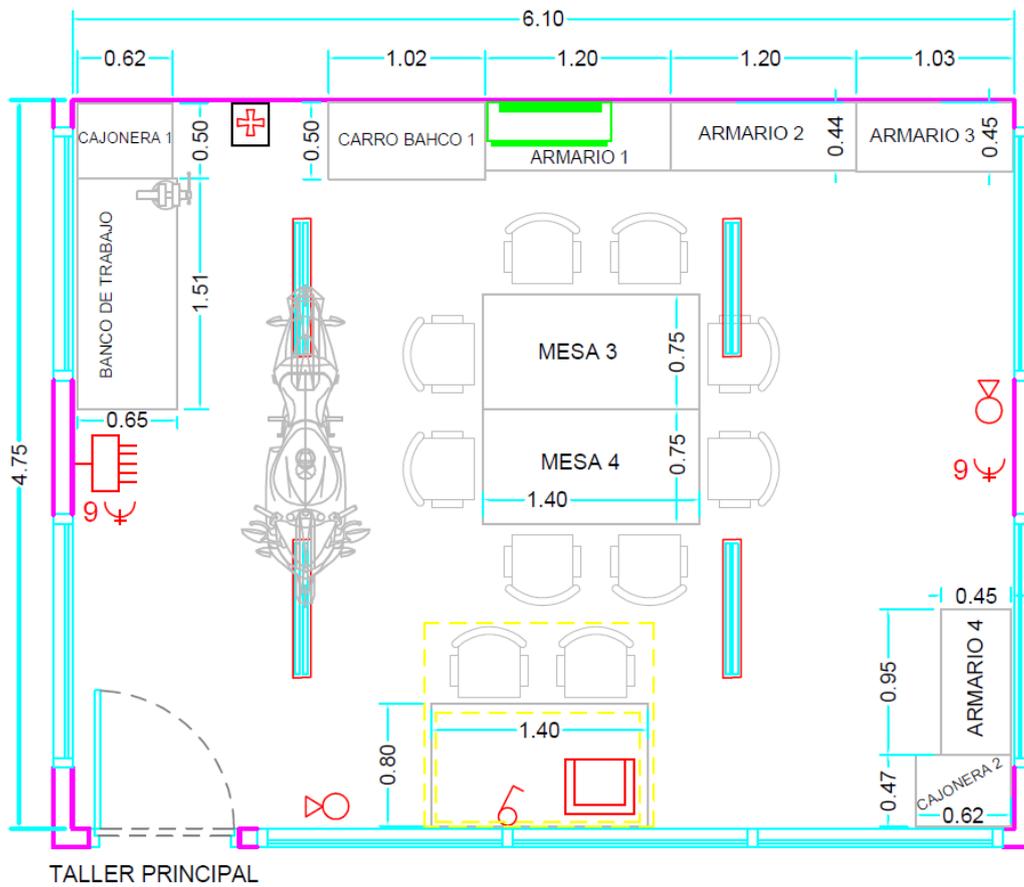


Figura 4.6: Planta del taller principal en su estado inicial.

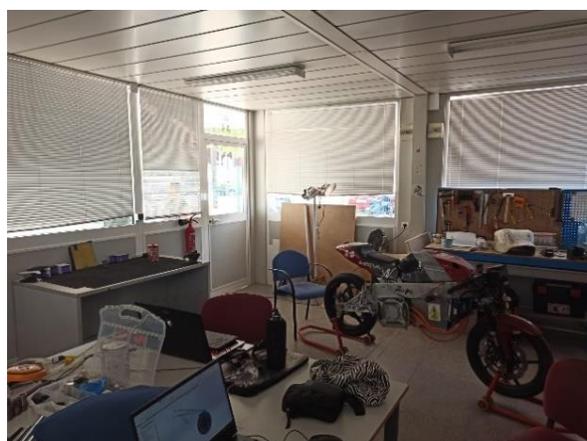


Figura 4.7: Diferentes vistas de la casetilla antes de aplicar el método.

### 4.3 Problemas detectados

Analizando las estancias anteriores se han detectado una serie de problemas. Expondremos una lista de los mismos para poder encontrarles alguna solución en una parte u otra del método. Mencionar que el orden y la limpieza es un problema presente en todas las salas.

#### - Almacén

La función otorgada a esta habitación es la adecuada, sin embargo, el bajo control del inventario existente, sumado a la gran cantidad de objetos guardados sin un objetivo claro, ha dejado este lugar como una leonera que alberga objetos que ni el equipo sabe que tiene. Entre ellos encontramos muchos repuestos de prototipos antiguos de combustión, que con el salto a la movilidad eléctrica por parte de la escudería han perdido la pequeña posibilidad que tenían de volver a ser usados. El encontrar algo en el mismo puede ser tedioso y malgastar más tiempo del necesario, siendo necesario a veces apartar cosas para poder pasar o abrir por completo la puerta. También sería necesario adecuarlo para el almacenamiento de los neumáticos. En la figura 4.2 mostrada anteriormente se puede observar neumáticos desmontados almacenados de forma vertical, provocando deformaciones y dificultando su tarea de montaje posterior. La forma correcta de almacenamiento se ilustra en la figura 4.8.



Figura 4.8: Almacenamiento de neumáticos según si están con o sin llanta. [13].

#### - Sala de las escaleras

Actualmente, esta sala se siente desaprovechada debido a su ubicación y constitución. Tener las impresoras 3D allí si es un acierto, pero el taller principal se encuentra saturado, por lo que lo más apropiado sería habilitar en la sala de la escalera un taller de electrónica para trabajar, siendo el departamento de electrónica más idóneo frente a los otros por el tipo de tareas que realiza. Sería necesaria ventilación general en la sala junto con una aspiración específica con filtro de carbón activo para hacer seguro el soldado electrónico con estaño junto con una mayor iluminación. Por otro lado, en el almacén existen varios carenados que debido a su gran volumen caben justos en las estanterías, provocando que sean propensos a caerse sobre personas que estén en la sala con mover un poco los estantes. Aprovechar esta estancia más verticalmente para almacenar cosas que no se vayan a usar en principio, pero que se quieran conservar por el valor que tienen para USRacing solucionaría el problema.

Entre este tipo de objetos podemos encontrar los carenados de prototipos antiguos ya mencionados, pudiendo expandir este almacenamiento vertical formado con los estantes y los ganchos apropiados para otras cosas, como chasis y subchasis antiguos o los moldes tan voluminosos que usa fluidodinámica eventualmente.

- Taller principal

Su principal problema es usarse como oficina y sala de reuniones, además de como taller de todo tipo. Si se diera el caso de que los 3 departamentos técnicos tuvieran que trabajar a la vez, no podrían. Se debería designar zonas de trabajo y almacenaje específicas para los departamentos que se queden en este taller, ampliando la misma a costa de eliminar el carácter de oficina y sala de reuniones que tiene. Además, siendo el taller principal él que debe estar orientado para trabajar sobre el prototipo, se debería habilitar una zona más idónea para ese mismo fin, con un elevador para evitar posturas forzadas y facilitar su montaje, ya que no sería la primera vez que el equipo se vería forzado a ocupar un pasillo o un descansillo para tener el suficiente espacio para construir su prototipo. También necesita de una ventilación para poder ser designada cómo área de trabajo, siendo la solución más fácil cambiar alguna de las ventanas fijas que tiene por correderas.

Aunque la escudería actualmente, por cuestiones de espacio, no pueda permitirse dedicar una zona para que puedan reunirse sus miembros para trabajar, debatir sobre el diseño de la motocicleta o hacer briefings, no significa que no sea necesario. Sin embargo, esto se puede suplir con la biblioteca y diversas clases y salas de estudio que con la anticipación suficiente pueden reservarse de forma gratuita en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla.

Por último, que el orden y la limpieza sea un problema presente en todas las estancias, no es más que porque hay un problema de estandarización y disciplina. Es común dejar las cosas donde sean y se abandone la zona de trabajo sin limpiar por prisas a la hora de irse, provocando que se acumule suciedad y que la siguiente persona que llegue despeje la zona de trabajo, moviendo lo encontrado donde quepa sin informar a nadie, generando un ciclo en que cualquier cosa acaba donde menos esperas y provocando que nadie sepa dónde está nada. Otro ejemplo de falta de estandarización y disciplina es el hecho de que varios miembros hayan perdido o roto diversas herramientas por aventurarse a distintas tareas sin resolver sus dudas.

# 5 Implementación del método de las 5'S en la escudería

---

En este capítulo se explicará cómo se ha procedido en la implantación del método y los resultados que se han obtenido a partir de poner en marcha dicha implantación, en USRacing.

## 5.1 Fase de sensibilización

Los miembros del equipo tendrán una importancia vital para el éxito de este proyecto. Si no se da consciencia al equipo para que esté implicado y busquen de verdad el cambio, no servirá de nada todo lo que se haga. Deberán recibir toda la información necesaria para saber a lo que se enfrentan y cuáles son los objetivos que buscarán en equipo.

El método se aplicará en las 3 estancias mencionadas de las que dispone USR en el recinto de la Escuela Técnica Superior de ingeniería. El comité encargado de la implantación del método será la junta directiva del equipo, tomando como figura líder del proceso al director del departamento de estructural y autor de este Trabajo de Fin de Grado.

Para tener un control de la implantación, encargará las diversas tareas a realizar y revisar las tareas ya completadas, se realizarán una serie de reuniones ya fechadas desde el principio para todo el proyecto. El tiempo transcurrido entre cada reunión se estimará en función del tiempo a aportar para finalizar cada fase:

- Día 1, 1ª Reunión: Se reunirá todo el equipo, se explicará el método de las 5'S, los cambios dentro del equipo y se preguntará a los miembros para poder anotar todas sus ideas y propuestas, ya que son ellos los que conocerán mejor los problemas dentro de sus entornos de trabajo. Esto además ayudará a que todos los integrantes de la escudería se sientan parte del proyecto, además de fomentar la participación y el compromiso.
- Día 8, 2ª Reunión: Se comenzará la fase del Seiri que estará estimada para una semana. Un día será para la sala de la escalera, dos para el almacén y otros dos para el taller principal.
- Día 15, 3ª Reunión: Lo primero será comentar los problemas encontrados en la fase de eliminación y si todos se han solucionado, pasar a la fase de orden y limpieza. Se aprovechará para hacer ambas a la vez, ya que se moverán muebles. Terminará con las nuevas medidas de limpieza adoptadas.
- Día 30, 4ª Reunión: Acabadas las fases anteriores y tras comentar los problemas que hayan ido apareciendo, se comenzará con la estandarización y la disciplina. Estas fases radican en interiorizar la filosofía del Lean en los miembros del equipo.
- Día 45, 5ª Reunión: Dos semanas después se comprobará que el método está funcionando y que ha sido interiorizado por la escudería.
- Reuniones posteriores: Cada mes se hará una reunión para revisar las salas y que todo sigue en el rumbo correcto.

Para el seguimiento de la implantación del método y para llevar el control de la implantación del método, se emplearán una serie de plantillas tipo que se muestran en el Anexo A. La primera plantilla A-1 se utilizará para ilustrar las tareas en cualquiera de las 5 fases, y con imágenes de la situación anterior y posterior, demostrando cómo se avanza en el método, y en concreto, en la fase específica. Además, se dejará constancia de los imprevistos surgidos y las soluciones tomadas.

La segunda plantilla A-2 se usará únicamente en la primera reunión y se repartirá a todos los asistentes

para que anoten en ellas los problemas que observen en cada fase, así como también sus propuestas para solucionarlo y elegir de ellas la que crean más idónea.

La última plantilla A-3 constituye un modelo de acta a seguir en cada una de las reuniones sucesivas que se realicen para verificar el estado de implantación de cada fase. Se muestra una propuesta de puntos a seguir en la reunión, especificados en el orden del día, pero que irán variando de acuerdo a la situación real en cada momento.

## 5.2 Seiri: Fase de selección

Al realizar esta fase se busca eliminar todo lo innecesario para tener un lugar de trabajo más despejado, dejando solo lo estrictamente necesario en la cantidad adecuada. En esta fase se diferencian entre objetos a desechar, a arreglar y a conservar.

Antes de empezar la tarea se reunirá al equipo para dejar el objetivo de esta etapa claro. Tras eso, se hará una foto de la situación inicial para dejarlo reflejada en la platilla A-1, al igual que se hará al acabar. También se anotarán los imprevistos que surjan y las soluciones aplicadas.

A la hora de eliminar lo innecesario se deberá eliminar para siempre de las instalaciones y de la forma correcta, como puede ser llevarlo al punto limpio o al contenedor de reciclaje adecuado. Los objetos defectuosos primero se valorarán si se reparan o se eliminan. En el primer caso, se asegurará que será reparados siguiendo las indicaciones del fabricante y si es necesario por un profesional para cerciorar su correcto funcionamiento.

Una vez terminado, el encargado de la fase deberá analizar el trabajo y comprobar que se hayan alcanzado los objetivos planteados.

## 5.3 Seiton: Fase de orden

El Seiton se basa en ordenar y reubicar todo lo que ha quedado tras la eliminación. Se debe buscar un criterio de distribución que beneficie al proceso productivo. Por ejemplo, actualmente el departamento de electrónica tiene desperdigado por distintos puntos del taller principal sus herramientas y materiales, perdiendo grandes cantidades de tiempo buscándolas. Se analizará cada estancia de la escudería para aplicar una nueva distribución de los muebles y aplicar una serie de medidas para mantener el orden.

### 5.3.1 Taller principal

Para ganar espacio, lo primero que se planteó es trasladar el departamento de electrónica a la sala de la escalera. El taller principal se encontraba sobrecargado y necesitaba descongestionarse. El tipo de tareas que desarrolla este departamento fue la razón principal para trasladarlos a ellos en lugar de a los otros departamentos, debido a que sus tareas no generan viruta y que necesitan de herramientas especializadas. Esto supone trasladar la mesa de la batería, una de las cajoneras y un armario. Luego, el espacio ganado se usará para despejar el centro del taller, colocando las 2 mesas de 1,40x0,75 m<sup>2</sup> pegadas a las paredes. Esto permitirá dejar más hueco para trabajar sobre la moto. El extintor colocado en la pared derecha del taller también se quitará debido a que, además de ya haber un extintor en la única salida de ese taller, este quedaba detrás de una pizarra, incumpliendo la normativa de ubicación especificada en el Real Decreto 513/2017 sobre el Reglamento de instalaciones de protección contra

incendios: “El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible, próximos a las salidas de evacuación y, preferentemente, sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede situada entre 80 cm y 120 cm sobre el suelo”. Esta organización se aprecia en el plano de la figura 5.1.

Este taller quedará entonces para el departamento de estructural, el cual necesita de la mesa de trabajo que ya había además de almacenaje para su material y herramientas, para el departamento de fluidodinámica, manteniendo su almacenaje y estando cerca del patio exterior para sus trabajos en fibra; y para trabajar sobre la motocicleta, desde su montaje hasta configuración, reglajes y modificaciones, de ahí añadir un elevador para evitar posturas forzadas a la hora de trabajar. Sería conveniente añadir un banco de trabajo adicional como se ve en el plano para facilitar el solapamiento de tareas. Se dispondrán de varias mesas.

Para habilitar este taller como zona de trabajo segura desde el punto de vista de riesgos laborales se pedirá a la ETSI dotar a la pared de la derecha de una ventana practicable.

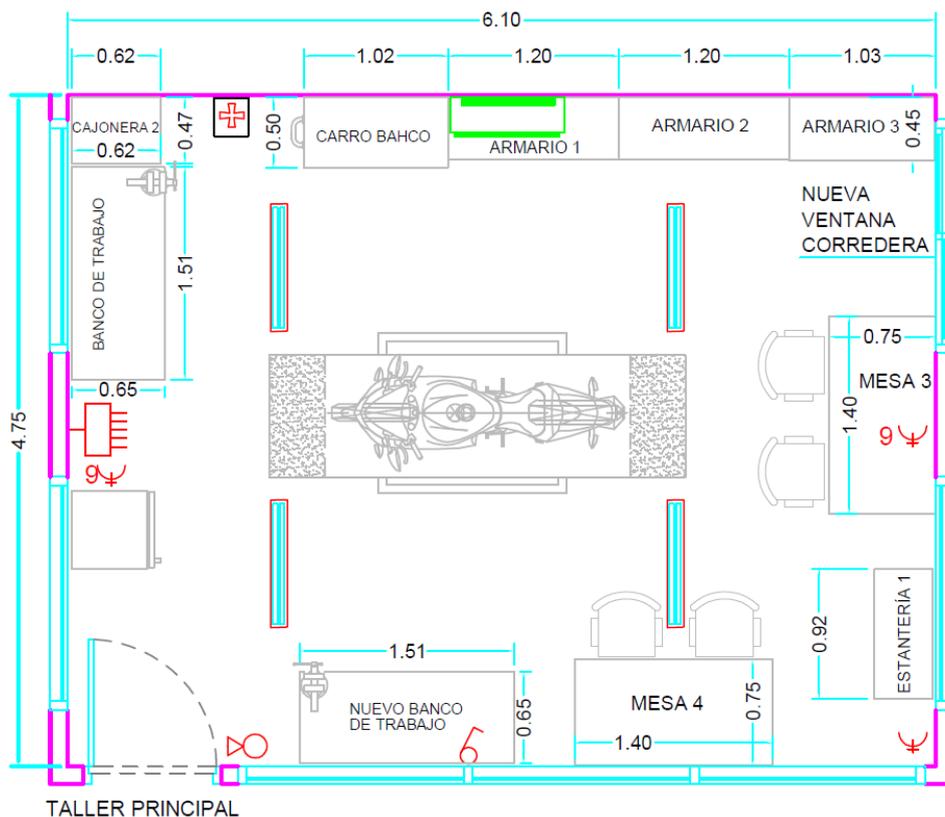


Figura 5.1: Planta del taller principal en su estado reformado.

### 5.3.2 Taller de la escalera

Este será el nuevo taller de electrónica. Para ello se trasladará del taller principal lo ya mencionado y de esta sala se quitarán una estantería metálica y una mesa. Las necesidades a suplir para que este departamento pueda trabajar es tener una mesa dedicada a la batería del prototipo, otra que pueda utilizarse cómo mesa de oficina y para soldar cableado y el almacenaje de las distintas herramientas y materiales que usan.

La mesa dedicada a la batería debe estar aislada eléctricamente en la superficie de la misma y en el suelo sobre el que esté colocada, para conseguirlo se emplea una moqueta aislante. Para poder soldar de forma segura se adquirirá un extractor de humos FAE1, figura 5.2. Este es un sistema de extracción localizada basado en el uso de mangueras para cumplir su cometido. También se fortalecerá la cantidad de luz en este punto, añadiendo a la iluminación general una localizada de apoyo.

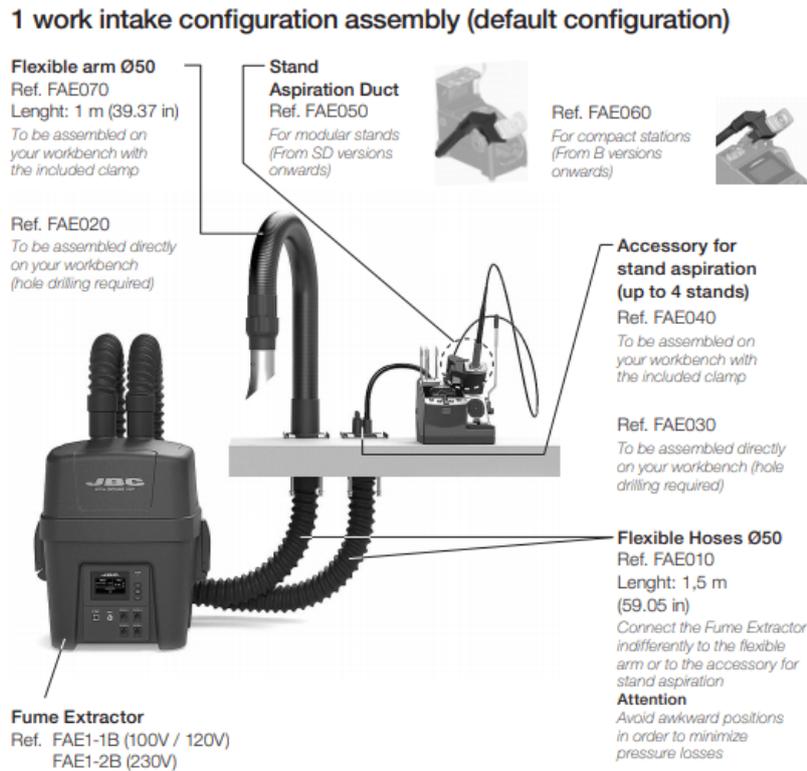


Figura 5.2: Extractor de humos FAE1. [14].

Sin embargo, aunque se vaya a trasladar electrónica a este taller, seguirán teniendo que trabajar en el taller principal para trabajar sobre la moto. Esto provoca que haya herramientas de electrónica que se vayan a necesitar en el taller de electrónica o en el principal. Para solucionar este problema se adquirirá un taller de Bahco de tamaño medio para las herramientas de electrónica, figura 5.3.

La sala de la escalera hay que recordar que no es en sí un taller, para poder habilitarlo cómo zona de trabajo se añadirá una mejor iluminación y se instalará un sistema de ventilación general. Las funciones que tenía anteriormente la sala de la escalera se seguirán manteniendo, se mantendrán las impresoras 3D, solo que en otro lugar, y se seguirá usando cómo almacén el resto de espacio que no necesita electrónica. Esto se puede apreciar en el plano de la figura 5.4.



Figura 5.3: Carro de Bahco E77. [15].

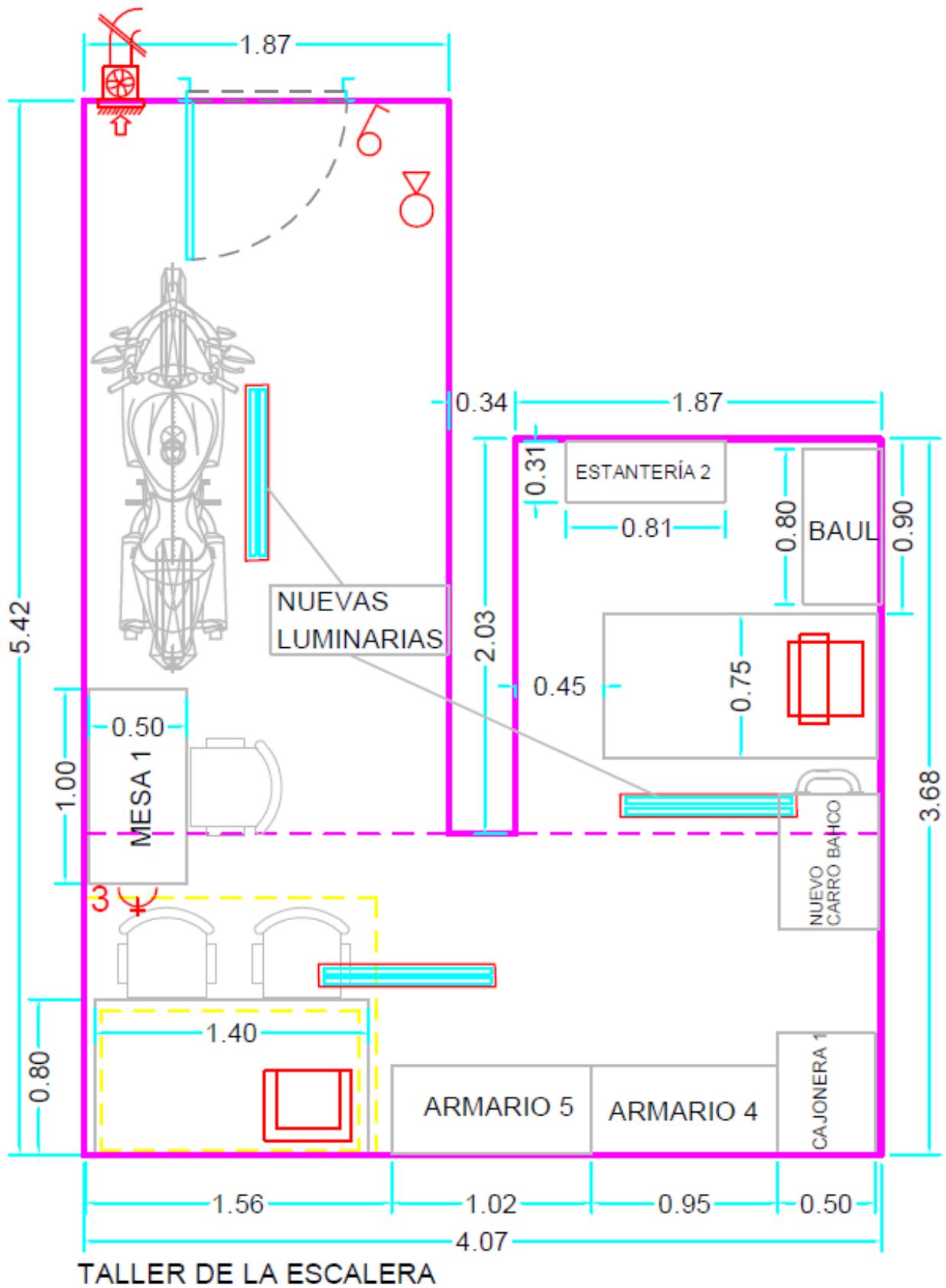


Figura 5.4: Planta del taller de la escalera en su estado reformado.

### 5.3.3 Almacén

Debido a las características de esta sala se llegó a la conclusión de que se le está dando la mejor función posible, sí se reordenará para dar cabida a un estante de neumáticos, figura 5.5. Así se evitará la deformación de los mismos durante su almacenaje, conservándolos en estados óptimos para su uso sin estorbar en medio del almacén. Su ubicación puede verse en la figura 5.6.

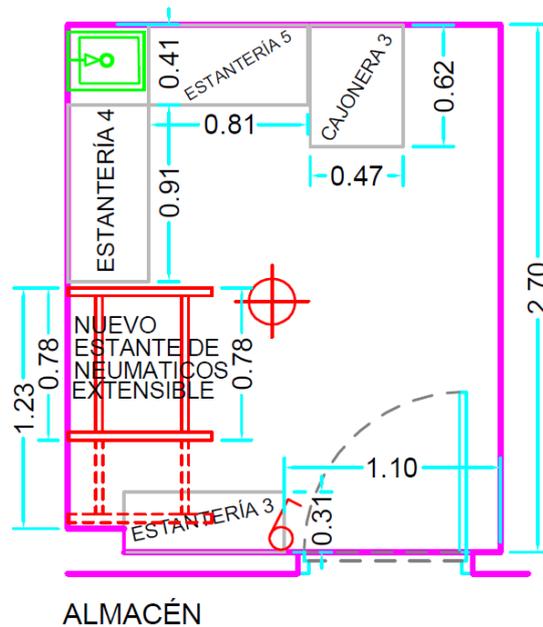


Figura 5.5: Soporte de pared porta-neumáticos. [16].

Figura 5.6: Planta del almacén reformado.

### 5.4 Seiso: Fase de limpieza

USRacing no tiene realmente ningún problema grande en este aspecto. Durante las fases anteriores se habrá aprovechado al mover los muebles y el resto de los elementos para limpiar en profundidad, pero el Seiso no radica solo en eso. Se debe detectar las fuentes de suciedad para mantenerlas controladas o evitarlas según el tipo de suciedad que sean. En el caso del polvo, ninguna estancia es muy grande, por lo cual no será muy complicado mantenerlas limpias entre los miembros del equipo. Cada sala estará dotada de implementos de limpieza para ello.

En el taller principal tanto fluidodinámica como estructural pueden generar viruta al lijar o cortar material. Por eso, se procurará hacer este tipo de operaciones en el patio exterior limpiando los residuos generados posteriormente.

El taller principal y el de la escalera dispondrán de papeleras en su interior para la recogida de basura que se pueda generar en el día a día.

Actualmente, con la propulsión eléctrica usada por el equipo, el número de residuos peligrosos o que necesiten un trato especial disminuido. El prototipo ya no utiliza aceites y de los líquidos de las motos tradicionales, solo queda el líquido de frenos, el cual es muy poco y cambiado cada edición aproximadamente. Los residuos a los que el equipo deberá prestar mayor atención serán los neumáticos y las celdas de la batería. Los neumáticos desgastados no se pueden desechar en cualquier lado, pero en el caso del equipo, al generar pocos pueden llevarlos a tiendas de venta de neumáticos y que la tienda

se encargue. En el caso de las celdas de litio, estas solo pueden ser recicladas en puntos de reciclaje públicos propios de cada comunidad autónoma o en puntos de recogida de los fabricantes en caso de que tengan un servicio propio. Esta nueva edición, por primera vez desde hace más de 3 ediciones, se empleará refrigeración líquida, pero se usará cómo líquido refrigerante agua destilada, obligado por el reglamento de la competición, por lo que no hay ningún problema.

El almacén no tiene ninguna fuente de suciedad más allá del polvo que puede irse acumulando con el tiempo.

## 5.5 Seiketsu: Fase de estandarización

Antes de comenzar con la estandarización se deberá analizar los problemas y soluciones aportadas en las etapas anteriores para poder ver los puntos débiles del método en la escudería.

Para detectar rápidamente la falta de alguna herramienta se usará el control visual, cada herramienta tendrá su lugar debiendo estar en ella tanto al inicio como al final de la jornada. También se enumerarán los productos que haya en cada armario para facilitar encontrarlos. Los miembros del equipo se deberán asegurar de dejar las zonas de trabajo utilizadas tal como se la encontraron, debiendo limpiarlas dado el caso. Por último, se señalarán todos los extintores.

En las zonas donde sea necesario, ya sea con la batería de la motocicleta o el propio prototipo, se señalará el riesgo eléctrico y las protecciones necesarias para reducir dicho riesgo, como son guantes y botas aisladas eléctricamente. Al igual se hará con las tareas de fibra que realiza fluidodinámica, que aunque se hagan al aire libre siguen requiriendo de mascarillas y monos de protección. En el caso de las tareas de estructural o el hecho de trabajar en la moto, habrá que ponerse botas y guantes de protección, teniéndose que usar gafas de protección cuando se usen herramientas que puedan proyectar viruta.

## 5.6 Shitsuke: Fase de disciplina

El Shitsuke será integrado en la escudería a través de unas charlas de concienciación al inicio del método y a partir de ahí con las reuniones de las 5'S para controlar no perder lo conseguido con el método, evaluando el nivel de implantación del método. Concienciar al equipo para querer conservar lo ganado será lo más importante para que la filosofía del Lean Manufacturing pase a formar parte del equipo y genere esa inquietud por querer siempre seguir mejorando y replanteándose si actualmente se hacen las cosas de la mejor forma posible.

Para hacer sentir el proceso parte del equipo se fomentará la participación todo lo posible de los miembros del equipo, tanto en la realización práctica del mismo como en la aportación de ideas de mejora. Imponer una estandarización nunca resultará realmente efectiva, esta debe evolucionar en el tiempo y adaptarse a USR.

Siempre será mucho más fácil que un operario mantenga un orden que él vea lógico y con el que esté de acuerdo, que uno impuesto que para él no tenga sentido, sobre todo teniendo en cuenta que no trabajamos con empleados, sino con alumnos que participan de forma voluntaria en el proyecto por amor al arte, lo que puede dificultar aún más la tarea si estos pierden la motivación.

## 5.7 Resultados

A la hora de aplicar el proyecto en los talleres ha habido diversas modificaciones en cada fase. En este punto se indagará en estas modificaciones, además de los problemas y soluciones aportadas.

### 5.7.1 Fase de sensibilización

Se fue muy optimista con los periodos de tiempo estimados para cada fase. Se empezó explicando el Lean Manufacturing y el método de las 5'S en una reunión general de la escudería junto con las propuestas de las nuevas distribuciones de los talleres. Ante estas todos estuvieron conformes y no se modificaron en ese momento. Sin embargo, vino la primera complicación, ante un equipo de personas tan numeroso era imposible acordar una serie de fechas que vinieran a todos los miembros, bien sin que se pisaran clases, prácticas o exámenes. Esto provocó que se optara por otra estrategia, se propuso un día a la semana fijo para llevar a cabo la implementación del método y que cada semana participaran los alumnos que pudieran. Hubo que cambiar la estrategia, ya que cada día venían distintas personas, llegando al caso de que a veces no hubiera personal de un departamento en específico, dificultando la realización del proyecto.

### 5.7.2 Seiri: Fase de selección

Se encontró una gran cantidad de piezas y materiales en las diversas instalaciones del equipo de prototipos antiguos que ya no tenían, que ni se sabían que existían y que era seguro que no iban a volverse a usar por ser piezas muy específicas. Esto, sumado a que todos los prototipos anteriores fueron de combustión, sus correspondientes repuestos eran ahora inservibles para la asociación de alumnos, acentuando la necesidad de vender estas piezas. Las piezas más comerciales, compatibles con motocicletas de calle, se optó por su venta por Wallapop para conseguir unos ingresos extra. El resto, como ejes, tubos, planchas y básicamente desechos metálicos, se vendió al peso cómo chatarra.

Se recuerda que esta fase no consistía solo en eliminación, sino en clasificar en conservar, desechar y reparar. Se reparó un cúter adaptándole una hoja que había en el taller, una paleta de punta redonda que tenía roto el mango y se quitaron las puertas correderas que estaban atascadas de un par de armarios. No se vio necesaria su sustitución. Se puede ver el resultado final en la figura 5.7.



Figura 5.7: Armario antes y después de la reparación.

### 5.7.3 Seiton: Fase de orden

Aquí se dieron cambios importantes, hubo modificaciones de las estancias de la escudería que se han realizado los trámites necesarios para solicitar su instalación, las cuales son las ventanas practicables del taller principal y el extractor de humos y las 2 luminarias para la sala de la escalera. Sin embargo, están siendo procesos muy lentos. Entre eso y que hubo elementos que actualmente no podía permitirse el equipo (la nevera, el elevador y la estantería específica para neumáticos) o que va a intentar conseguir por patrocinios (el extractor de humos localizado y el carro de Bahco), ha desembocado en que haya cosas que no se han cambiado a día de escribir este TFG, pero que se pretenden cambiar a largo plazo.

Por otro lado, ya llegados a este punto aparecieron miembros del USRacing interesados en el proyecto, aportando cambios a las distribuciones propuestas inicialmente, mejorando las instalaciones e integrando más el método de las 5'S a la escudería. Entre estos cambios destacan la zona mesa de la impresora 3D del taller de la escalera y en el almacén, observables en la figura 5.8. En el taller de la escalera se optó por poner dicha mesa pegada a la pared para facilitar el paso a la zona de almacenaje que se había reservado detrás de la misma, permutando las posiciones del baúl y la estantería que se planteó ubicar allí con el mismo objetivo. En el almacén su distribución se cambió casi por completo para poder tener cierto acceso al grifo que hay en el mismo, en caso de que el día de mañana fuera necesario, además de utilizarlo como recipiente para almacenar una serie de moquetas que tiene el departamento de comunicación para eventos. Se aseguró dejar sitio suficiente para el soporte de neumáticos, solo que en otra pared del almacén, la que queda de frente al entrar en la sala.

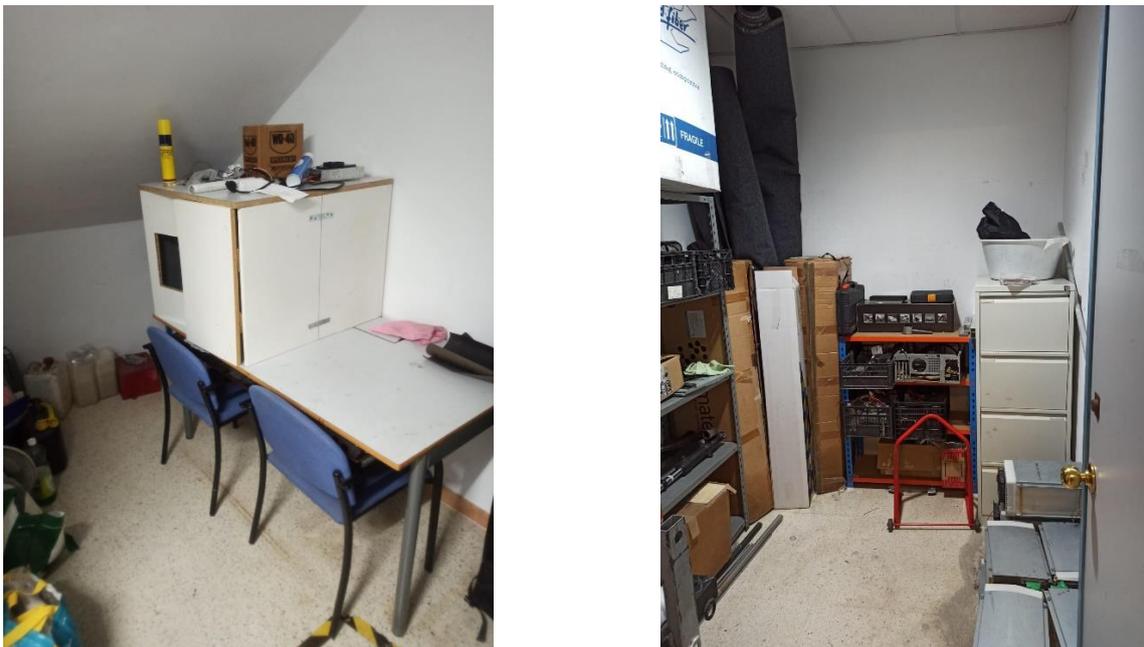


Figura 5.8: Nuevas distribuciones de la mesa de la impresora 3D y del almacén.

Por último, en el taller principal si se pudo adquirir un nuevo banco de trabajo al que se le instaló un tornillo de banco rotativo que tenía ya la asociación de estudiantes. Era otro modelo de banco, siendo un poco más corto a lo largo que el que ya tenían. Se puede observar la nueva distribución en la figura 5.9, la cual fue la primera implantada que acabó motivo a otros miembros de USR al conseguir una zona de trabajo más amplia, estética y en definitiva, más ajustada a lo que ellos querían.



Figura 5.9: Nueva distribución implantada en el taller principal.

#### 5.7.4 Seiketsu: Fase de estandarización

Para implementar el Seiketsu se centró mucho en ese control visual sobre el material y herramientas. Un ejemplo de medida para ello son los cajones del carro de Bahco, que se adecuaron las formas de todas las herramientas que alberga con corcho, señalando además el tipo de herramientas de cada cajón con pegatinas. Ejemplo en la figura 5.10. También se puede observar que se etiquetó la tornillería, las tuercas y las arandelas con pegatinas indicando la métrica (en el caso de las arandelas etiquetando el diámetro interno) en la figura 5.11.



Figura 5.10: Cajón ordenado del carro de Bahco.

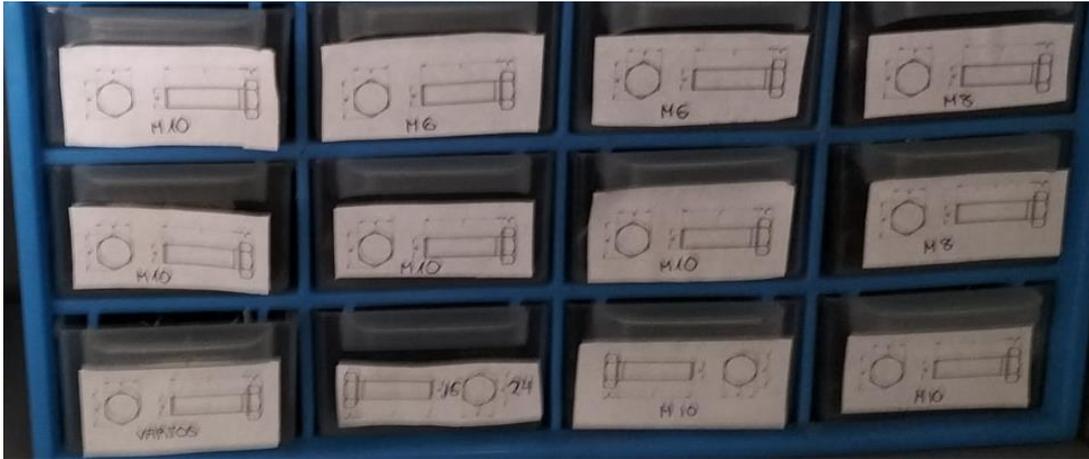


Figura 5.11: Etiquetado de la cajonería de tornillos.

Además, se procuró hacer un inventario del equipo junto con un etiquetado de cada armario y estantería para saber rápido que debería haber ahí, como se ve en la figura 5.12.



Figura 5.12: Estantería con cajones clasificados.

También se cambió uno de los 2 extintores que se encontraban en el taller principal y se colocó en el taller de la escalera, aprovechándose para informar al cuerpo de la escuela que se encarga del mantenimiento de las instalaciones contra incendios de la ubicación de estos extintores para asegurar su revisión periódica. En el momento que se informó se revisaron los mismos, ya que casualmente estaban cerca de su fecha de comprobación.

### 5.7.5 Shitsuke: Fase de disciplina

Desde la junta directiva se dieron charlas para incentivar el método de las 5'S y la importancia de su constancia en el equipo. Actualmente, ya no formo parte de USRacing, pero tras hablar con miembros que siguen en la asociación de estudiantes he comprobado que se ha mantenido cómo costumbre el dedicar los jueves a tareas propias del Lean Manufacturing. El inventario mencionado anteriormente se hizo después de que yo me saliera del equipo, siendo la figura que dirigió el proyecto, por lo que aunque no se pueda decir que se haya conseguido interiorizar la filosofía en todo el equipo, los esfuerzos no han caído en saco roto.

## 6 Conclusiones y trabajos futuros

---

Este TFG nació con el objetivo de ayudar a USRacing a través del método de las 5'S. Esta premisa me permitió descubrir el Lean, tema interesante, del que si te ha llamado la atención te gustarán lecturas como Esto es Lean: Resolviendo la paradoja de eficiencia y Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación.

Esto es Lean es capaz de plantear esta filosofía de forma fácil y divertida de entender con relatos y ejemplos con grandes elogios por llevar más allá lo que suele ser un libro sobre Lean, siendo una paradoja en sí mismo al conseguir esto de forma clara y precisa, es decir, más eficiente, en menos páginas que la mayoría de los libros sobre el tema. Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación es un poquito más extenso que Esto es Lean, pero también brilla por explicar bien el tema y destaca por dar una visión clara de la situación del Lean Manufacturing en nuestro país, España.

Volviendo a USR, el crecimiento de la asociación de estudiantes, sumado a su aumento de estancias de trabajo y el miedo a "no tirar nada por si hace falta", habían vuelto sus talleres y almacén un caos. Es complicado decir que está solucionado el problema sin más, pero ha sido un paso en la dirección correcta para el equipo.

Se han eliminado todos los desechos encontrados, ganando mucho espacio e incluso algo de dinero para el equipo. Se han redistribuido las instalaciones, asignando armarios y estanterías para ser utilizados y ordenados por los diversos departamentos técnicos. Es verdad que se han quedado cosas sin hacer, pero USR seguirá luchando por tener las estancias que se merece.

Entre las cosas dejadas en el tintero se pueden encontrar equipamiento no adquirido porque se requiere de capital (el elevador o la nevera), otras que requieren de tiempo burocrático como las ventanas correderas o el extractor y tareas que se podrían hacer ya como colocar antiguos carenados y chasis de una forma más idónea para su almacenaje o usar indicaciones visuales del estado idóneo de las áreas de trabajo. Tampoco se colgó y se señaló debidamente el extintor que se trasladó en el taller de la escalera. Siempre se podrá encontrar la forma de mejorar y siempre quedará algo que hacer, la cuestión es que se haya conseguido transmitir la inquietud de querer seguir evolucionando a la escudería para que se continúe lo hecho. USRacing necesita miembros que se preocupen de estas cuestiones, y más aún si quiere seguir creciendo y conseguir participar en ambas categorías de Motostudent, recuperando la combustión. En relativo al diseño, sería relativamente fácil conseguirlo sacando 2 prototipos basados en lo mismo, modificando lo justo para cambiar de propulsión, pero a nivel económico y de llevar a cabo 2 prototipos con la infraestructura y tiempo que hasta ahora han sido para uno solo es otro tema.

A la hora de realizar un TFG no se exige que se lleve a la práctica, pero en la vida real, personalmente, lo veo algo fundamental. Para poder llevar algo a cabo un proyecto se necesita llegar a un compromiso entre la teoría y la práctica. La Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla aporta una gran formación teórica, pero se debe impulsar este tipo de asociaciones de estudiantes y proyectos que permiten a los alumnos experimentar y crear a partir de la nada. A la hora de implantarlo se ha podido aprender de cosas que se plantearon mal en un principio, trabajar en equipo y crecer con el proyecto. Tal vez se podría haber implantado mejor o de otra forma, pero el haber escuchado que los jueves se sigue trabajando en USRacing por tener un mejor taller me han alegrado el día y me han hecho sentirme satisfecho con lo realizado.



# Bibliografía

---

- 1 Luis Socconini; LEAN MANUFACTURING PASO A PASO, editorial Norma, Edición 2008.
- 2 Juan Carlos Hernández Matías y Antonio Vizán Idoipe; Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación, Edición 2013.
- 3 Francisco Madariaga Neto; LEAN MANUFACTURING Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos, Edición Marzo 2021.
- 4 Niklas Modig y Pär Åhlström; Esto es Lean: Resolviendo la paradoja de eficiencia, Edición Española 2015.
- 5 Alberto Villaseñor; Manual de Lean Manufacturing. Guía básica. México: Limusa, 2007.
- 6 Jesús David Palencia Campo y Mario León Isaza Pareja; EFECTO 5S MANUAL PASO A PASO, Edición 2015.
- 7 Enrique Galván Meléndez, Joel García Pérez, Yolanda Cuevas Martínez. Raudel Peña Wong y Rolando Venegas Sosa; Las 5S, manual teórico y de implantación, Edición 2005.
- 8 Marco Antonio Jara Riofrío; EL MÉTODO DE LAS 5S: SU APLICACIÓN. Artículo de 2017.
- 9 Rojas Jauregui, A.P. y Gisbert Soler, V. (2017). Lean manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas. *3C Empresa: investigación y pensamiento crítico*, Edición Especial, 116-124.
- 10 Manzano Ramírez, M. y Gisbert Soler, V. (2016). Lean Manufacturing : implantación 5S. *3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 5(4), 16-26.
- 11 <http://www.kaizen-certification.com/>
- 12 [https://www.etsi.us.es/planos\\_etsi/lab\\_planta\\_baja](https://www.etsi.us.es/planos_etsi/lab_planta_baja)
- 13 <https://www.neumaticos-pneus-online.es/montaje-y-almacenamiento-moto-consejos.html>
- 14 <https://www.gaelectronica.com/tienda/FAE1-2B-Extractor-de-humo-para-1-puestos-de-trabajo-p256660151>
- 15 [https://www.bahco.com/es\\_es/carros-hub-del-almacenamiento-e77-premium-de-26--con-6--cajones-pb\\_1477k6\\_.html](https://www.bahco.com/es_es/carros-hub-del-almacenamiento-e77-premium-de-26--con-6--cajones-pb_1477k6_.html)
- 16 [https://www.amazon.es/Neum%C3%A1ticos-Soporte-montaje-pared-almacenar/dp/B06XD3GXCH/ref=sr\\_1\\_5?keywords=estanterias+neumaticos&qid=1663144891&sr=8-5](https://www.amazon.es/Neum%C3%A1ticos-Soporte-montaje-pared-almacenar/dp/B06XD3GXCH/ref=sr_1_5?keywords=estanterias+neumaticos&qid=1663144891&sr=8-5)



Anexo 1: Implementación del método de las 5'S.

Anexo 2: Reunión inicial para la implementación del método de las 5'S.

Anexo 3: Reunión de implantación del método 5'S.

Anexo 4: Estado inicial, Plantas inmobiliario.

Anexo 5: Estado reformado, Plantas inmobiliario.



Fase: \_\_\_\_\_

Espacio: \_\_\_\_\_

## Implementación del método de las 5'S

---

Situación inicial

Fecha: \_\_\_\_\_

---

Situación final

Fecha: \_\_\_\_\_

---

Problemas durante la implantación:

---

Soluciones:



Miembro: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## Reunión inicial para la implementación del método de las 5'S

Fases	Problemas existentes	Propuestas	Propuestas elegidas	Presupuesto necesario	Tiempo estimado de ejecución
1ª fase					
2ª fase					
3ª fase					
4ª fase					
5ª fase					



# ACTA

Lugar: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

## Reunión de implantación del método 5'S

Asistentes:

Orden del día:

1. Análisis del cumplimiento de las tareas planteadas en la reunión anterior.
2. Aspectos tratados.
3. Problemas encontrados y propuestas de resolución.
4. Próximas tareas.
5. Ruegos y preguntas.

Elaborada por:

\_\_\_\_\_  
Nombres y apellidos

\_\_\_\_\_  
Firma

