



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

# **ANÁLISIS DE SITUACIÓN Y PROYECTO DE REDISEÑO DEL SISTEMA DE REAPROVISIONAMIENTO DE LA PLANTA DE MOTORES DE FORD MOTOR COMPANY EN ALMUSSAFES**

AUTOR: CARLOS CARMONA ARGUDO

TUTOR: JULIEN MAHEUT

COTUTOR: JULIO J. GARCÍA SABATER

**Curso Académico: 2016-17**



1. MEMORIA DESCRIPTIVA

2. PRESUPUESTO

3. ANEXOS



# **MEMORIA DESCRIPTIVA**



## Contenido

1	Introducción .....	1
1.1	Objeto del trabajo .....	1
1.2	Antecedentes .....	1
1.3	Estructura del Documento .....	2
2	Descripción del Entorno del Problema.....	3
2.1	Introducción .....	3
2.2	Una aproximación a la empresa.....	3
2.2.1	Productos .....	4
2.2.2	Clientes y proveedores.....	6
2.2.3	Valencia Engine Plant (VEP).....	8
2.2.4	Ford Production System .....	10
2.2.5	Estructura Departamento <i>Material Planning &amp; Logistics</i> (MP&L) .....	13
2.3	Objeto del Problema .....	18
2.4	Procesos asociados al problema .....	19
2.4.1	Aprovisionamiento sistema Call.....	19
2.4.2	Aprovisionamiento sistema de secuencias .....	20
2.4.3	Aprovisionamiento sistema Kitting .....	21
2.4.4	Aprovisionamiento sistema Card .....	22
2.5	Estructura organizativa afectada .....	23
2.6	Conclusiones.....	24
3	Antecedentes Teóricos.....	25
3.1	Introducción .....	25
3.2	Diagrama de Ishikawa .....	25
3.3	Proceso de selección multi-criterio AHP .....	27
3.4	Modelo A3.....	29
3.5	Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE).....	30
3.6	7 Desperdicios .....	33
3.7	Conclusiones.....	35
4	Descripción de las Incidencias/Observaciones/Síntomas .....	36
4.1	Introducción .....	36
4.2	Descripción de incidencias/observaciones/síntomas .....	36

---

4.3	Identificación causas Raíz a través del Diagrama de Ishikawa .....	43
4.4	Modelo A3 para la resolución del problema encontrado .....	45
4.5	Conclusiones.....	47
5	Oportunidades de Mejora .....	48
5.1	Introducción .....	48
5.2	Sistema de petición automática: Auto-Call .....	48
5.3	Posibles Oportunidades de Mejora .....	49
5.4	Categorización y Priorización de Opciones .....	49
5.4.1	Alternativa 1: Cambiar Sistema de gestión de la información. Módulo QTS .....	50
5.4.2	Alternativa 2: Utilización de PLC's de la línea .....	50
5.4.3	Alternativa 3: Utilización PC's de secuenciación .....	50
5.4.4	Criterio de selección (Modelo AHP) .....	51
5.4.5	Conclusión modelo AHP .....	54
5.5	Conclusiones.....	55
6	Planificación del Proyecto de Mejora .....	56
6.1	Introducción .....	56
6.2	Plan de Implantación.....	56
6.2.1	Introducción. ....	56
6.2.2	Definición de Responsable y Participantes. ....	60
6.2.3	Tareas. ....	61
6.2.4	Análisis de resultados.....	67
6.2.5	Plan de Contingencia.....	71
6.3	Conclusiones.....	72
7	Temporización del proyecto. Diagrama de Gantt .....	73
8	Conclusiones.....	74
9	Bibliografía .....	75



## Índice de tablas

Tabla 2-1 Resumen problemas por estructura organizativa. Fuente: (Elaboración propia).....	23
Tabla 3-1 Escala de preferencias. Fuente: ( <i>“El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para toma de decisiones en la selección de proveedores”</i> ).....	28
Tabla 4-1 Acumulado anual ruta SAM. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)	38
Tabla 4-2 Acumulado anual ruta SHC. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)	38
Tabla 4-3 Acumulado anual ruta SHL. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company) ..	38
Tabla 4-4 Acumulado anual ruta SHR. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)	39
Tabla 5-1 Criterios definidos. Fuente: (Elaboración propia) .....	51
Tabla 5-2 Escala de preferencias. Fuente: ( <i>“El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para toma de decisiones en la selección de proveedores”</i> ).....	52
Tabla 5-3 Criterio precio. Fuente: (Elaboración propia).....	52
Tabla 5-4 Criterio tiempo. Fuente: (Elaboración propia) .....	53
Tabla 5-5 Criterio complejidad. Fuente: (Elaboración propia).....	53
Tabla 5-6 Criterio funcionabilidad. Fuente: (Elaboración propia).....	53
Tabla 5-7 Ponderación de criterios. Fuente: (Elaboración propia) .....	54
Tabla 5-8 Criterio de selección. Fuente: (Elaboración propia).....	54
Tabla 6-1 Ubicación y asignación de puntos de lectura. Fuente: (Elaboración propia).....	57
Tabla 6-2 Asignación de tareas. Fuente: (Elaboración propia) .....	60
Tabla 6-3 Mensaje de envío a sistema SMART. Fuente: (Elaboración propia) .....	62
Tabla 6-4 Relación rutas antigua y nueva. Fuente: (Elaboración propia) .....	67

## Índice de ilustraciones

Ilustración 2-1 Kuga. Fuente: (Ford España) .....	4
Ilustración 2-2 Transit. Fuente: (Ford España) .....	4
Ilustración 2-3 Mondeo. Fuente: (Ford España) .....	5
Ilustración 2-4 S Max. Fuente: (Ford España) .....	5
Ilustración 2-5 Galaxy. Fuente: (Ford España) .....	5
Ilustración 2-6 Motor producido en la planta de Valencia. Fuente: (Ford España).....	6
Ilustración 2-7 ranking ventas 2016. Fuente: (Ranking Empresas del sector automovilista 2016) .....	7
Ilustración 2-8 Lay-out de la planta de motores. Fuente: (Ford España).....	9
Ilustración 2-9 Ford Production System. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company) .....	11
Ilustración 2-10 Diagrama de proceso departamento MP&L. Fuente: (Elaboración propia) .....	13
Ilustración 2-11 Áreas departamento MP&L. Fuente: (Elaboración propia) .....	14
Ilustración 2-12 Funcionamiento sistema CALL. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company) .....	19
Ilustración 2-13 Carro de secuencias. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company) ..	20

Ilustración 2-14 Ejemplo Kitting. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company).....	21
Ilustración 2-15 Funcionamiento sistema CARD. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company) .....	22
Ilustración 3-1 Árbol de jerarquías. . Fuente: ( <i>“El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para toma de decisiones en la selección de proveedores”</i> ).....	28
Ilustración 4-1 Análisis Noviembre 2016. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company) .....	37
Ilustración 4-2 Ejemplo Lección de 1 solo Tema piezas Card. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company).....	39
Ilustración 4-3 Análisis Febrero 2017. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company) .	40
Ilustración 4-4 Análisis Marzo 2017. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company) ....	41
Ilustración 4-5 Análisis llamadas de emergencia Febrero 2017. Fuente: (Documentos internos) .....	41
Ilustración 4-6 Top llamadas por referencia Febrero 2017. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company) .....	42
Ilustración 4-7 Diagrama de Ishikawa. Fuente: (Elaboración propia) .....	43
Ilustración 4-8 Modelo A3. Fuente: (Elaboración propia).....	46
Ilustración 5-1 Funcionamiento sistema interno Auto-Call. Fuente: (Elaboración propia) .....	48
Ilustración 5-2 <i>Lay-out</i> Línea de montaje. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company) .....	51
Ilustración 6-1 Lectora de secuenciación. Fuente: (Elaboración propia) .....	57
Ilustración 6-2 Ubicación lectoras disponibles. Fuente: (Documentación Interna Ford España)	57
Ilustración 6-3 Lectora al inicio de línea. Fuente: (Documentos Internos Ford España) .....	58
Ilustración 6-4 Lectoras de inicio de secuencia de cada Pc. Fuente: (Documentos Internos Ford España) .....	59
Ilustración 6-5 Lectoras y conexiones a los Pc's. Fuente: (Documentos Internos Ford España)	59
Ilustración 6-6 Diagrama de Gantt. Fuente: (Elaboración propia).....	61
Ilustración 6-7 Plan de introducción de piezas. Fuente: (Elaboración propia) .....	66
Ilustración 6-8 Porcentaje de piezas introducidas en Auto-Call. Fuente: (Elaboración propia) .	68
Ilustración 6-9 Cantidad de piezas introducidas por ruta. Fuente: (Elaboración propia) .....	68
Ilustración 6-10 Resumen de piezas testigo ruta ACL semana 25. Fuente: (elaboración propia) .....	69
Ilustración 6-11 Relación entre consumo/Auto-Call/botoneras, Ruta ACL. Fuente: (Elaboración propia) .....	69
Ilustración 6-12 Resumen de piezas testigo ruta ACC 26/06/2017. Fuente: (elaboración propia) .....	70
Ilustración 6-13 Relación entre consumo/Auto-Call/botoneras, Ruta ACC. Fuente: (Elaboración propia) .....	70
Ilustración 6-14 Gráfico de nivel de llamadas de emergencia por semanas. Fuente: (Elaboración propia) .....	71
Ilustración 6-15 Análisis modal de fallos y efectos (AMFE). Fuente: (Documentos Internos Ford España) .....	72
Ilustración 7-1 Temporización del proyecto. Fuente: (Elaboración propia) .....	73

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Sigla - Acrónimo	Definición
AIAG	Automotive Industry Action Group
ASN	Advance Shipping (or Ship) Notice
BOM	Bill of Material
CMMS	Common Material Management System
DCI	Daily Call-In
DDL	Direct Data Link
e-DDL	Electronic Direct Data Link (Web based access to DDL functionality)
EDC	Export Distribution Centre
EDI	Electronic Data Interchange
ERP	Enterprise Resource Planning
FIFO	First In First Out
FPS	<i>Ford Production System</i>
Global MMOG/LE	Global Materials Management Operating Guidelines / Logistics Evaluation
GTC	Global Terms & Conditions
IDC	Import Distribution Centre
ILVS	In Line Vehicle Sequencing
IMC	ISO Modular Cartons
IMRR	Incoming Material Rejection Report
ISPR	Improper Shipping Practice Report
Job#1	Serial Production Start Date
KPI	Key Performance Indicator
LLP	Lead Logistics Provider
LRR	Launch Readiness Review
MH&PE	Material Handling & Packaging Engineering
MP&L	Material Planning and Logistics
MRP	Material Requirements Planning
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OEM	Original Equipment Manufacturer
PAP	Production Approval Process
POF	Point of Fit / Point of Use
PFMEA	Process Failure Mode and Effects Analysis
Q1	Fundamental Quality and Manufacturing
TDL	Transport Damage & Loss
TW	Time Windows
SCM	Supply Chain Management
SIM	Supplier Improvement Metrics
SMRT	Supplier Manufacturing Readiness Team
SPI	Systems Planning & Implementation
STA	Supplier Technical Assistance
VDA	Verband der Automobilindustrie.
WIP	Work in Process



---

## 1 Introducción

### 1.1 Objeto del trabajo

El presente proyecto de fin de máster tiene como objeto el rediseño del sistema de peticiones de material de la línea de montaje de motores de la planta de Ford España en Almussafes, empresa puntera del sector automovilístico y uno de los principales motores de la economía industrial valenciana.

Al tratarse de un proyecto académico, Proyecto final de Máster Universitario en Ingeniería Industrial especialidad Organización Industrial, en su desarrollo se plantearan numerosos métodos y herramientas que a lo largo de los dos años de formación han sido adquiridos.

El fin de dicho proyecto es, a su vez, enfrentarse a un problema real aplicando conocimientos técnicos dentro de un ambiente laboral cambiante. También, se emplean distintas cualidades adquiridas gracias a las competencias transversales, como es el caso de representación de la información en documentos oficiales, presentaciones en público, etc.

### 1.2 Antecedentes

Actualmente, en la planta de motores de Ford Motor Company España se trabaja con un sistema obsoleto de peticiones de piezas. Esto ha originado a lo largo de los últimos años que la planta no haya cumplido objetivos internos que la propia compañía fija en cada departamento, es por ello que la empresa se plantea la modificación de este sistema de petición y de ello surge este trabajo final de máster (TFM).

Los conocimientos que soportan la realización de dicho proyecto son los adquiridos a lo largo de la formación del Máster Universitario en Ingeniería Industrial. Concretamente, se han aplicado conocimientos adquiridos en asignaturas de dirección de proyectos como es la decisión multi-criterio mediante el empleo de la herramienta de AHP desarrollada por Thomas L. Saaty (1980). También, se ha empleado el método de Ishikawa propuesto por el licenciado en química Kaoru Ishikawa, conocimientos adquiridos en la asignatura de Ingeniería de la Calidad. En lo que respecta a herramientas de tipo *Lean* se ha empleado los modelos A3 desarrollados por Toyota que sirven para plasmar un problema, así como el método de Análisis Modal de Fallos y Efectos conocido como AMFE esta herramienta permite mejorar procesos y productos evaluando sus potenciales causas de fallo y así planteando acciones correctivas que eviten que vuelvan a suceder, esta herramienta y la anterior se han aprendido en asignaturas como *Lean Manufacturing* y Ampliación de Dirección de Operaciones.

---

### 1.3 Estructura del Documento

La memoria descriptiva del presente Trabajo Final de Máster se ha estructurado en los siguientes capítulos:

-Capítulo 1: En este capítulo de introducción se presenta el objeto del trabajo y los antecedentes que han dado pie al mismo.

-Capítulo 2: En dicho capítulo se realiza una descripción del entorno del problema. En primer lugar, se realiza una presentación de la empresa en la cual se ha realizado dicho trabajo. A continuación, se presenta el objeto del problema y los procesos asociados al mismo y finalmente las estructuras afectadas por el problema.

-Capítulo 3: A lo largo de este capítulo se realiza una presentación a los aspectos teóricos que fundamentan el trabajo. Se presentan cada una de las herramientas utilizadas para llevar a cabo el proyecto.

-Capítulo 4: En este capítulo se exponen los problemas, incidencias y síntomas asociados al problema y como afecta a la situación actual de la empresa.

-Capítulo 5: A lo largo de este capítulo se exponen las distintas alternativas para llevar a cabo la resolución del problema.

-Capítulo 6: En dicho capítulo se desarrolla la solución seleccionada, con la explicación detallada del plan de implantación, haciendo mención a las tareas realizadas y sus responsables directos.

-Capítulo 7: En este capítulo se muestra la temporización del proyecto.

-Capítulo 8: En él se recogen las conclusiones del desarrollo del Trabajo Final de Máster.

-Capítulo 9: En este se enumeran las fuentes de información consultadas para la realización del trabajo.

---

## 2 Descripción del Entorno del Problema

### 2.1 Introducción

En proyecto se realizará en una empresa del sector automovilístico, más concretamente en Ford Motor Company. El problema tiene como origen el aprovisionamiento de materiales a la línea de montaje y su actual proceso, el cual es deficiente en cuanto a los ideales de la empresa. Estos se basan en la optimización de procesos, de modo que para lograr este fin se desarrollará este proyecto. El proceso pasará de un sistema manual y con problemas de variabilidad a un proceso automático y robusto.

### 2.2 Una aproximación a la empresa

*Ford Motor Company*, más conocida como Ford, es una empresa multinacional estadounidense fabricante de automóviles con base en Dearborn (Míchigan, Estados Unidos). Fue fundada en el 16 de junio de 1903 por Henry Ford en Detroit (Míchigan).

Ford, inició su andadura el 16 de junio del 1903 con 28.000 dólares aportados por doce inversores, entre los que se incluía el socio que le dio nombre a la compañía, Henry Ford, que por aquel entonces contaba con 40 años de edad. En sus primeros años, Ford producía unos pocos coches por día en su fábrica en la avenida Mack en Detroit, Míchigan. Grupos de dos o tres hombres trabajaban con cada automóvil utilizando componentes fabricados en otras compañías. Poco a poco, la Ford Motor Company continuaría creciendo hasta ser una de las compañías más grandes y lucrativas del mundo desarrollado, así como también una de las más grandes dirigidas por una familia: la familia Ford ha mantenido el control de la compañía durante casi 100 años. Además, Ford fue una de las empresas que logró sobrevivir a la Gran Depresión de los años 30.

En 1908, la Compañía Ford lanzó el modelo Ford T, cuya primera unidad fue fabricada en la Planta Manufacturera de “Piquette”. La compañía tuvo que trasladar poco después sus instalaciones de producción a la Planta de Highland Park, más grande que la anterior, para poder satisfacer la demanda del nuevo modelo T. Hacia 1913, la compañía había desarrollado todas las técnicas básicas de línea de producción y producción en masa. Ford creó la primera línea de producción móvil del mundo ese año, la cual redujo el tiempo de ensamblaje del chasis de 12 horas y media a 100 minutos.

Durante el S.XX Ford continuó creciendo en todo el mundo, abriendo plantas en Europa. Las primeras plantas abiertas en España se remontan al año 1919 en Cádiz, posteriormente se trasladaría Barcelona, pero durante el periodo posterior a la guerra civil cerro su planta.

No es hasta el 14 de Julio de 1973, que la dirección de la compañía anuncia la noticia de la creación de una nueva planta en España siendo el lugar elegido para su emplazamiento la localidad valenciana de Almussafes.

La dirección publicó la decisión de fabricar en la planta española el nuevo modelo Ford Fiesta, además de construir una planta de motores.

La construcción de la planta finaliza en septiembre de 1975, y solo 12 días más tarde sale de la planta de motores el primer motor de una serie de 500 ejemplares que sería destinado a pruebas de validación, que sumaron un total de 16.000 horas de funcionamiento en los bancos de prueba y recorrieron un total de medio millón de kilómetros en carretera, siendo todo un éxito.

En marzo de 1976 se fabricó el primer motor comercial destinado a la planta alemana de Saarlouis. A lo largo del mismo año, se produjeron en Almussafes más de 100.000 motores destinados a la planta alemana, a la planta británica de Dagenham y también a la propia línea de montaje de Almussafes, donde el primer Ford Fiesta salió el 18 de octubre de 1976. En este primer año se produjeron en la planta un total de 17.508 unidades del modelo mencionado.

Desde aquel primer modelo la planta de Almussafes no ha hecho más que crecer y una planta que fue diseñada en un primer momento para producir un único modelo de vehículo, fue aumentando su producción hasta llegar a la actualidad donde fabrica 5 modelos distintos de vehículos: Kuga, Transit Connect, Nuevo Mondeo, Smax y Galaxy.

### 2.2.1 Productos

A continuación, se muestran los modelos de vehículo y motores que actualmente se producen en la factoría de Ford Almussafes. El volumen de vehículos que se producen al día es 2100, que da un total de 630.000 vehículos al año. Colocando así a la planta de Valencia en el primer lugar de producción en Europa. Del mismo modo en la planta de motores se fabrica un total de 325.000 motores anuales.



Ilustración 2-1 Kuga. Fuente: (Ford España)



Ilustración 2-2 Transit. Fuente: (Ford España)





Ilustración 2-3 Mondeo. Fuente: (Ford España)



Ilustración 2-4 S Max. Fuente: (Ford España)



Ilustración 2-5 Galaxy. Fuente: (Ford España)

Además, de 4 tipos de motores distintos: MVP, Full Economy, RS, IEM. Además, la planta de motores comenzará a producir a partir del año 2018 un nuevo motor, el Maverick.



Ilustración 2-6 Motor producido en la planta de Valencia. Fuente: (Ford España)

### 2.2.2 Clientes y proveedores

Ford se encuentra dentro de las 10 empresas del sector automovilístico con más valor del mercado, en concreto se encuentra en la posición 6 del ranking lo que da una idea de la gran cantidad de vehículos que vende en todos los sectores. Recientemente el modelo Ford Fiesta superó en ventas a un clásico en Europa como es el modelo Golf de Volkswagen, según cita en su artículo Enrique García, Ventas enero 2017, Reino Unido: El Fiesta imparable; Sportage brillando. Donde muestra que de los 3 vehículos más vendidos en Reino Unido 2 son Ford, el Fiesta y el Focus.

Además, Ford Motor Company aumentó las ventas de sus veinte mercados tradicionales europeos un 5% en 2016, hasta alcanzar los 1,4 millones de unidades, aunque su cuota de mercado cayó hasta el 7,9%. Es por ello que puede considerarse que Ford no produce vehículos para un único tipo de cliente ni para un único nicho de mercado, sino que tiene la capacidad gracias a su gran variedad de abarcar todo el espectro de mercado. Tanto en vehículos utilitarios (Fiesta, Ka, Focus, etc), modelos sub (Edge, Kuga, Ecosport, etc) y vehículos industriales (Transit, Turneo, etc).

En lo que respecta a motores Ford produce sus propios propulsores y los exporta a todas sus plantas en el mundo. En concreto en la planta de Valencia se envían motores a las plantas americanas de Michigan, Chicago y Louisville, las europeas de Saarlouis, Rusia y Valencia, Hermosillo en México y Taiwan.

Además, durante años ha producido los motores de otras de sus marcas como Jaguar, Land Rover y Mazda.





















Rank				Brand Value ⓘ (USD \$ Millions)		
<u>2015</u>	<u>2014</u>	<u>Logo</u>	<u>Name</u>	<u>Country</u>	<u>2015</u>	<u>2014</u>
1	➔ 1		<a href="#">Toyota</a>		35,017	34,903
2	➔ 2		<a href="#">BMW</a>		33,079	28,962
3	➔ 3		<a href="#">Volkswagen</a>		31,025	27,062
4	➔ 4		<a href="#">Mercedes-Benz</a>		27,328	24,171
5	➔ 5		<a href="#">Honda</a>		22,424	22,152
6	⬆ 7		<a href="#">Ford</a>		20,315	20,236
7	⬇ 6		<a href="#">Nissan</a>		18,085	21,194
8	⬆ 12		<a href="#">Audi</a>		9,591	7,082
9	➔ 9		<a href="#">Hyundai Motors</a>		8,605	9,236
10	➔ 10		<a href="#">Renault</a>		7,849	9,010

Ilustración 2-7 ranking ventas 2016. Fuente: (Ranking Empresas del sector automovilista 2016)

En lo que respecta a los proveedores, Ford tiene cientos en todo el mundo que suministran material a todas sus plantas de producción. Una particularidad es que Ford mantiene proveedores desde sus inicios con el modelo Ford T. Este hecho es representativo de la gran relación que intenta siempre mantener con los que son sus compañeros de viaje, ya que gracias a la calidad de sus proveedores Ford es capaz de generar productos de altas prestaciones. Es por este motivo que Ford guía a sus proveedores y les hace partícipes en muchos casos de sus procesos productivos y además proporciona un soporte a todos los nuevos proveedores que se introducen en su cartera de proveedores para alcanzar la excelencia juntos.

### 2.2.3 Valencia Engine Plant (VEP)

La planta de Valencia ocupa una superficie aproximada de 2.700.000  $m^2$ , de los que 589.000  $m^2$  son edificios y 15.200  $m^2$  son vías férreas.

En Valencia, existen las siguientes plantas:

- Prensas y carrocerías
- Pinturas
- Montaje
- Motores

A continuación, se describirá más en detalle la planta de motores, ya que es en la cual se desarrolla el proyecto. La planta de motores tiene una superficie de 45.000  $m^2$ . La planta está dividida en dos áreas, línea de montaje y línea de mecanizado de piezas (Bloque, culata, cigüeñal y árbol de levas). Actualmente, se produce un motor con un tiempo de ciclo de 40 segundos.

Además, la planta cuenta con distintas zonas de almacenaje, tanto de materias primas, material acabado y retorno de vacíos. La planta exporta tanto motores completos como sus componentes (bloque, culata, árbol de levas y cigüeñal) para ser ensamblados en la planta que la compañía dispone en Cleveland, Estados Unidos.

La zona de mecanizado está dividida en 4 líneas para cada uno de los componentes. Mientras que la zona de montaje cuenta con una sola línea donde se va ensamblando las piezas para completar el motor, además, la zona de montaje cuenta con un banco de pruebas donde todos los motores son testeados para asegurar su perfecto funcionamiento y calidad óptima.

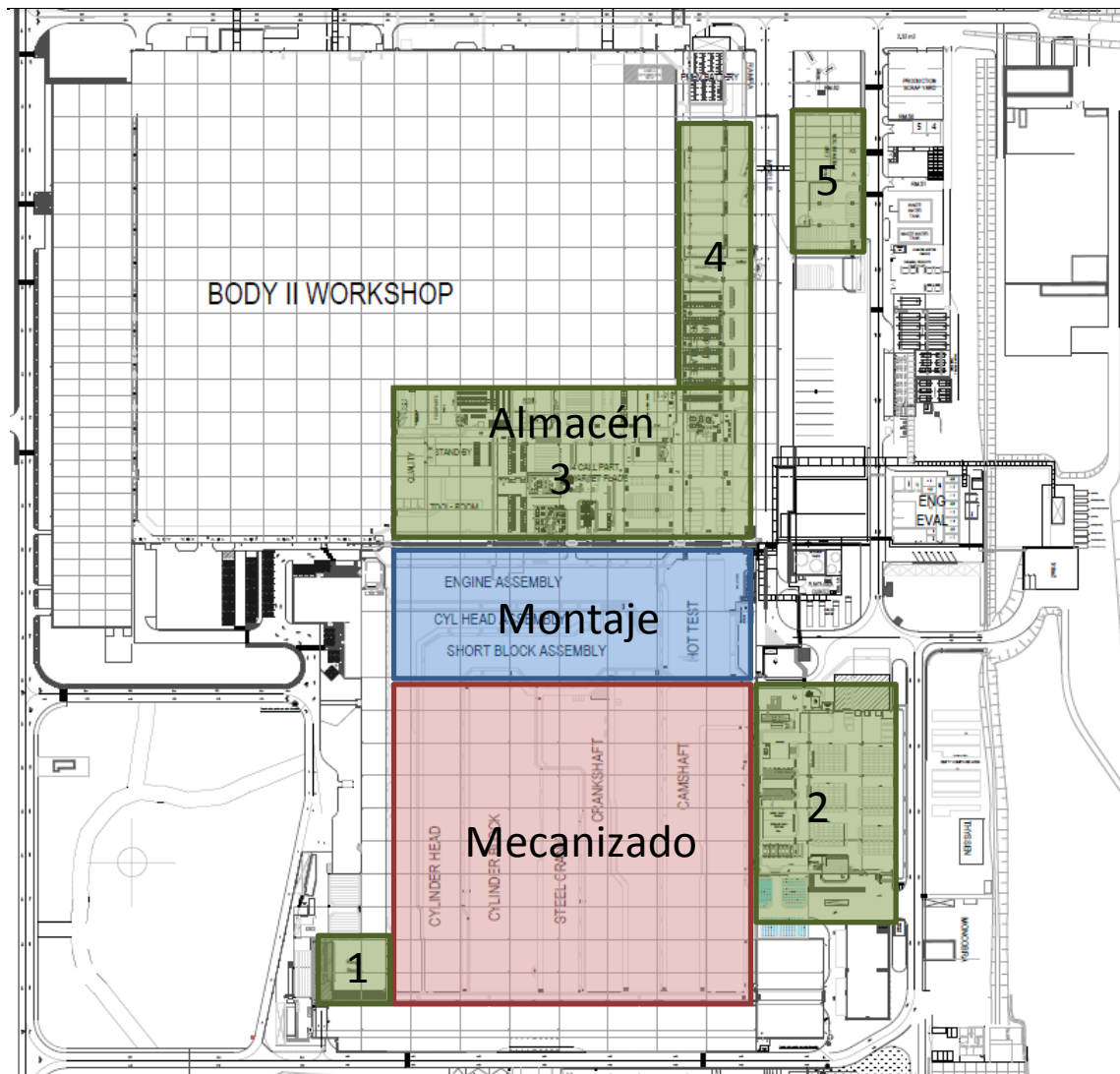


Ilustración 2-8 Lay-out de la planta de motores. Fuente: (Ford España)

Los almacenes de la planta se dividen en 5 lugares diferentes, el número 1 está destinado al almacenamiento de las piezas en bruto que posteriormente se mecanizaran. El número 2 se emplea para almacenar los componentes que luego se mandaran a Cleveland para su montaje. En el almacén número 3 se encuentran las piezas de tipo Call, por ello esta zona se denomina Call *Market place*. El almacén número 4 está destinado a las piezas de tipo Card. Y finalmente, el número 5 se emplea para almacenar los embalajes vacíos que posteriormente los proveedores recogen para volver a utilizar.

## 2.2.4 Ford Production System

La filosofía que perseguía Henry Ford era la de liberar la mente del operario con la intención de que fueran más productivos y se pudieran producir más vehículos y que fueran accesibles a todo el mundo. Con esta visión en 1913 se comenzó a instaurar la fabricación en masa, pasando de una fabricación especializada, donde las piezas eran únicas y grupos de 4 o 5 operarios trabajaban en cada vehículo a la utilización de piezas únicas y operarios especializados que solo realizaban una operación, aumentando así la producción.

De esta forma y hasta la actualidad se ha trabajado en la intención de optimizar los procesos siendo el *Lean manufacturing* y el FPS dos de los pilares sobre los que se ha asentado la compañía.

### 2.2.4.1 Ford Production System (FPS)

El FPS tiene las siguientes características:

- es simplificado, flexible y disciplinado (según lo programado),
- es común a todas las plantas,
- está definido por un conjunto de principios y herramientas,
- tiene grupos de trabajo capaces y con iniciativa, aprendiendo y trabajando juntos en condiciones seguras,
- los trabajadores son flexibles: los operarios pueden realizar hasta 3 tareas distintas, los que les permite cubrir eventualmente una baja,
- el mantenimiento de las máquinas se realiza en el punto justo, para evitar un accidente, pero sin gastar de más en él.



Ilustración 2-9 Ford Production System. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)

Los pilares sobre los que se asienta la filosofía del FPS son 7 puntos:

- seguridad
- calidad
- producción y envíos
- costes
- personas
- mantenimiento
- medio ambiente

La seguridad de sus empleados es un pilar fundamental para Ford, invirtiendo tiempo y recursos en lograr ambientes de trabajo seguros para sus trabajadores.

La calidad de sus productos, con la intención de lograr cero defectos para lograr la máxima satisfacción de sus clientes.

Producir y enviar lo necesario en el momento justo y en la cantidad deseada reduciendo así costes.

Los costes son un apartado relacionado con los dos anteriores y el objetivo de cualquier empresa en la actualidad, ya que en un mundo globalizado como el actual con una competencia tan fuerte es indispensable reducir en costes para proporcionar productos lo más asequibles posible.

---

Las personas son la base de toda entidad y por eso Ford cuida a sus empleados y los forma con la intención de lograr personal más eficiente, motivado y que crea en el proyecto final.

El mantenimiento como fuente de ahorro para evitar sobrecostes.

Y finalmente, el medio ambiente que en la actualidad es uno de los pilares fundamentales de Ford con el objetivo de reducir emisiones y trabaja en el desarrollo de nuevos productos que traten de manera sostenible los recursos para lograr ser una empresa puntera en la lucha contra las emisiones.

#### 2.2.4.2 *Lean manufacturing*

El *Lean manufacturing* es una filosofía que pretende eliminar el desperdicio, aquello por lo que el cliente no está dispuesto a pagar. Para conseguirlo, la identificación y eliminación del mismo debe convertirse en una tarea diaria de mejora continua.

Los 7 tipos de desperdicio más habituales son:

- la sobreproducción: implica incrementar los costes de almacenamiento, obsolescencia, etc.
- el exceso de inventario: la idea de almacenar “por si acaso”
- el tiempo de espera de los operarios, observando como la máquina termina un proceso
- las reubicaciones
- los defectos
- los movimientos innecesarios de los operarios, por eso se busca el orden
- los sobre-procesos: varias personas haciendo lo mismo o repitiendo el proceso

Pero existe un octavo desperdicio, que es quizá clave en cualquier sistema productivo: el mal uso de los Recursos Humanos. La fuerza de trabajo de la empresa tiene una inteligencia, técnica y conocimiento que pueden resultar muy útiles para conseguir las metas.

Esto implica un cambio en la jerarquía de la organización, dándole al operario poder de decisión en lo referente al producto con el que trabaja, porque es quien mejor lo conoce, y el resto de la organización le apoya. Ser líder significa estar al servicio de, proporcionar los medios para conseguir unos fines.



### 2.2.5 Estructura Departamento *Material Planning & Logistics* (MP&L)

En este apartado se centrará la explicación en el departamento en el cual se ha realizado el proyecto y en el cual se ha trabajado durante la realización del mismo dentro de la planta de motores.

El departamento de MPL (*Material planning & logistics*) es el encargado de gestionar la cadena global de suministro. Se trata de un ciclo integral, en el que son claves la planificación, el aprovisionamiento, la producción, así como el flujo de información entre todos los agentes implicados en ambos sentidos de la cadena logística (demanda y suministro).



Ilustración 2-10 Diagrama de proceso departamento MP&L. Fuente: (Elaboración propia)

Según el Manual del Departamento de MPL, los objetivos de la gestión de la cadena de suministro incluyen:

**Flujo sincronizado de material:**

- el material será el adecuado
- en la cantidad adecuada
- enviado en el embalaje adecuado
- estará en la ubicación adecuada
- y se entregará, cada vez, en el momento adecuado

**Flujo sincronizado de información:**

- el flujo de información será estable y preciso
- el formato de los datos permitirá transformarlos en conocimiento y predicción
- la información será la adecuada
- y se tendrá, cada vez, en el momento adecuado

**Cadena de suministro optimizada:**

- el inventario será mínimo
- las expediciones serán mínimas
- se optimizarán los costes logísticos
- se minimizará el tiempo de elaboración
- y se buscará el coste total más bajo

La consecución de estos objetivos, alineándose con los objetivos de los departamentos de Desarrollo de Producto, Compras, Producción y Ventas y Marketing, permite satisfacer la demanda del cliente, mejorando su satisfacción y el valor para los accionistas.

El departamento de MPL en VALENCIA está dividido en distintas áreas:

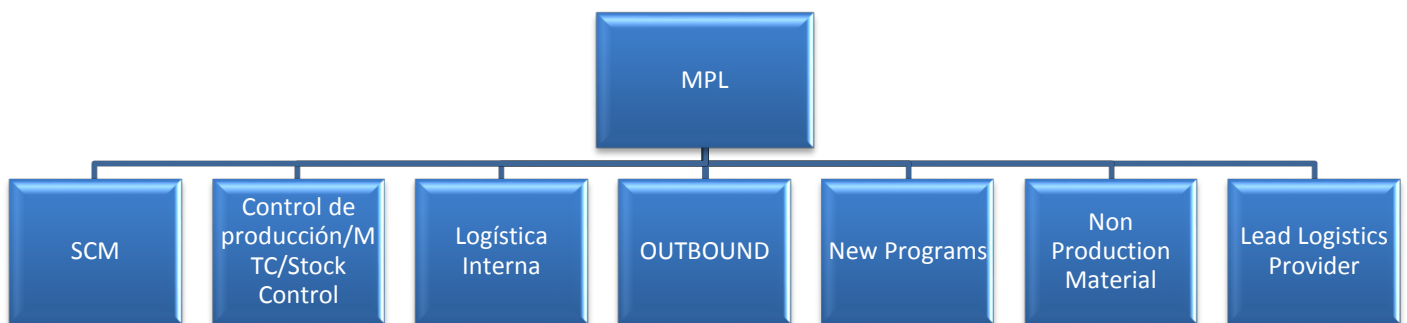


Ilustración 2-11 Áreas departamento MP&L. Fuente: (Elaboración propia)

---

### 2.2.5.1 *Supply Chain Management (SCM)*

Esta área se encarga de la planificación y seguimiento del suministro de materiales a la cadena de producción y abarca todas las actividades que tienen lugar desde el envío de material de los proveedores hasta la llegada de este a la planta.

Su principal objetivo es asegurar que los materiales necesarios para la producción de cada día estén disponibles, asegurando unos costes de inventario y de fabricación lo más bajos posibles; es decir, que el material adecuado llegue en la cantidad correcta, en el momento adecuado, al sitio correcto. Todo ello con el menor coste posible.

Para conseguir este objetivo, debe interactuar con los distintos componentes de la cadena de suministro: proveedores, distribuidores, proveedores logísticos, clientes, etc.

### 2.2.5.2 *Control de producción/ (MTC)/Stocks Controls*

Esta área se divide a su vez en dos grandes sub-áreas:

#### ***Control de producción:***

Se encarga de programar la producción diariamente en función de las peticiones de los clientes, en la planta de montaje se divide en dos, por un lado la parte de mecanizado de los componentes 4C's (Culata, Bloque, Cigüeñal y Árbol de levas) y por otra parte la parte de montaje de motores completos. Esta área debe ajustarse continuamente y adaptarse a posibles problemas de suministros, roturas de stock, etc.

#### ***Cambios de Ingeniería (MTC) y Stocks Controls:***

Con el objetivo de lograr la mejora continua y la reducción de costes, las piezas se van sustituyendo por nuevas piezas mejoradas. Esto lo realiza el área de "cambios de ingeniería", se encargan de coordinar junto con SCM y los proveedores la entrada de las nuevas piezas.

Coordinado con el área de Stock Controls que se encarga de verificar, coordinar a las partes afectadas controlar y verificar los niveles de stock.

### 2.2.5.3 *Logística Interna*

El área al cual pertenecía el proyecto y en el cual se trabajó durante la realización del mismo y de las prácticas, fue el área de logística interna. Esta área se encarga del flujo de materiales desde la llegada a la planta hasta su salida.

A su vez, se divide en tres áreas:

- **Check point:**

Es el punto de encuentro entre la logística interna y la logística externa. En esta área se controlan desde la entrada de materiales hasta el envío de producto acabado y embalaje vacíos.

- **Material Management:**

Se encarga del suministro de piezas a la línea, así como de la retirada de los embalajes de los puestos una vez utilizados, coordina los movimientos por dentro de la planta para que los suministros se realicen en el momento adecuado tratando de reducir los niveles de stock en los puestos de trabajo.

- **Material Handling & Packaging Engineering:**

Su función se centra en la mejora de los servicios prestados a producción como: análisis de necesidades, compra de nuevos vehículos y equipos industriales, gestión de los vehículos, aprobación y mejora de embalajes, proyectos de seguridad, etc.

### 2.2.5.4 *Outbound*

Esta área del departamento se encarga de los envíos destinados a todos los clientes, que lo conforman tanto las plantas de montaje de la compañía, la planta de ensamblaje que la compañía tiene en Cleveland y para los centros de recambios.

Se encarga de la unión entre la logística interna que finaliza en los almacenes de producto acabado y los clientes finales, controlando los procesos de envío y generando las peticiones de los clientes que posteriormente se ven representadas en la producción.

---

#### 2.2.5.5 *New Programs*

Esta área del departamento gestiona los lanzamientos de nuevos productos dentro de la planta, cuando se va a lanzar un nuevo motor todas las piezas que se incorporan a este nuevo modelo deben ser compartidas por el equipo de nuevos lanzamientos en los cuales hay representantes de todos los departamentos de la planta, con esto se consigue que cuando el nuevo motor entre en la producción no existan problemas, ya que todos los departamentos han trabajado en el lanzamiento del mismo. En concreto, el miembro dentro del departamento de MP&L, se encarga de tratar con los proveedores temas relacionados con el aprovisionamiento de las piezas (embalajes, tiempos de entrega, modo de suministro, etc).

#### 2.2.5.6 *Non Production Material*

Se encarga del almacén de no producción, lugar donde todos los elementos que son necesarios para el correcto funcionamiento de la planta, pero no intervienen en el proceso productivo. Se encarga del almacenamiento de materiales que han sido sacados de la línea como antiguos elementos. También almacena la ropa para nuevos empleados, elementos de seguridad (gafas, chalecos, botas, etc) para los nuevos empleados o en caso de que sea necesario cambiarlos o añadir nuevos elementos.

#### 2.2.5.7 *Lead Logistics Provider (LLP)*

Se trata de una empresa externa que trabaja dentro de la planta y del propio departamento de MP&L, dan soporte a los transportes y gestionan las rutas que abastecen la planta de material. Actualmente, este papel lo está desarrollando la empresa DHL

---

## 2.3 Objeto del Problema

El objeto del problema recae en las elevadas llamadas de emergencia que se realizan a lo largo de los turnos. Estas llamadas de emergencia equivalen a que una pieza se encuentra por debajo del mínimo establecido, es decir hay menos piezas de las que se establecen para asegurar la producción. Según los estándares de la compañía estas llamadas de emergencia no pueden superar el 0,1% de las peticiones realizadas. Este problema viene derivado del actual sistema de solicitud de material. Los operarios de la línea deben solicitar material a través de las botoneras, dedicadas a este fin, cada vez que consuman una caja, para piezas Card y cuando se alcanza el nivel de re-orden para las piezas Call. El principal problema es que no realizan esta tarea correctamente y por consiguiente no se lleva el material cuando se necesita.

Con el fin de evitar esta situación, la empresa ha decidido realizar una inversión para pasar del sistema manual a un sistema automático de solicitud de material. Y de esta manera reducir al máximo la variabilidad del proceso. Esto se consigue eliminando del proceso al elemento que más distorsión genera, el operario.

Así pues, el objetivo del proyecto es implantar en la planta de motores de Ford S.A, más concretamente en la línea de ensamblaje, una aplicación que permita gestionar las solicitudes de abastecimiento de material. De esta forma conseguir un sistema de peticiones más óptimo y reducir los problemas causados por el mal uso de la actual herramienta de petición.

Con este sistema se pretende generar un ahorro a la compañía, ya que se reduciría un empleado por turno que se dedica exclusivamente a abastecer a la línea cuando el sistema no funciona correctamente. Además, se reduciría el stock en línea, y por lo tanto la reducción de stock está íntimamente ligada a un ahorro y se generaría a su vez un ambiente de trabajo más limpio, que es una de las máximas de los ambientes *LEAN*.

Los principales afectados por esta mejora serían por un lado los operarios de montaje que reducirían su carga de trabajo al no tener que realizar ellos las solicitudes de material. Y por otro lado, los operarios de aprovisionamiento que no tendrían el problema que actualmente existe con la falta de exactitud a la hora de llevar el material a la línea.

## 2.4 Procesos asociados al problema

En el siguiente apartado se procede a la explicación de los distintos métodos de aprovisionamiento a la línea de montaje que se dispone actualmente en la planta de motores, actualmente existen tres sistemas, que dependen del tipo y complejidad de pieza, que se desarrollan a continuación. Además, existe un tipo de aprovisionamiento que actualmente se está trabajando para implementarlo como sistema complementario, se trata del kitting.

### 2.4.1 Aprovisionamiento sistema Call

Este sistema de suministro de piezas a la línea, se emplea para las piezas en las cuales la densidad de piezas por caja es reducida. Esto es debido a que en cada caja van pocas unidades debido al tamaño de las piezas. Por este motivo, son piezas de alta rotación y en la línea se suministran palets enteros. Adicionalmente, otro factor que puede afectar para que se suministre mediante un sistema call es el peso, puesto que ergonómicamente los materiales que superen los 15 kg deben suministrarse a palet completo para evitar que el operario realice cargas excesivas.

El proceso de peticiones se detalla a continuación, como ya se ha mencionado anteriormente, se suministran palets completos a la línea esto significa que las peticiones de material deben realizar cuando exista espacio suficiente en las rampas para reponer un palet completo. Así pues en base al tiempo de reposición existente y el consumo de dicho material por la línea se establece un punto de re-orden que indica en que momento debe realizarse la solicitud de material para que llegue cuando es necesario. El proceso de petición se realiza a través de unas botoneras que generan una solicitud que aparece en el ordenador situado en el almacén. Esta solicitud es impresa por el reponedor que localiza la referencia y la suministra a la línea.

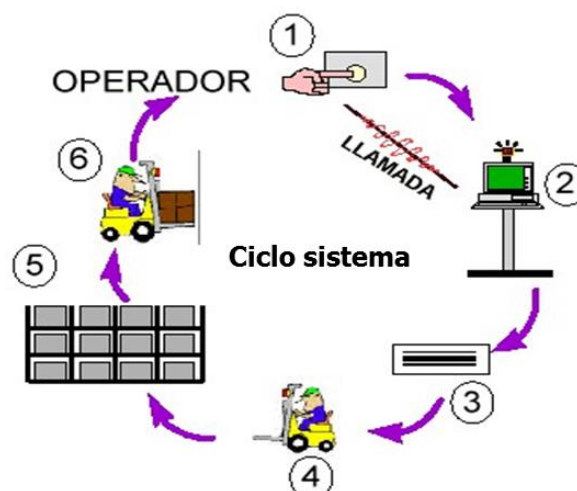


Ilustración 2-12 Funcionamiento sistema CALL. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)

## 2.4.2 Aprovisionamiento sistema de secuencias

El siguiente sistema de aprovisionamiento se emplea para piezas muy concretas, actualmente se emplea para 3 piezas (tapa frontal, tapa de árbol de levas y cableado). Estas piezas tienen características muy concretas para cada motor y además, su volumen es considerable. Por este motivo se suministran las piezas en orden de montaje en carros de secuencia personalizados. Puesto que si existen 4 tipos distintos de una pieza como por ejemplo de la tapa frontal, cuyo tamaño es considerable si en un mismo punto de uso se depositaran palets completos de las 4 variedades de pieza el stock en línea sería muy elevado y además ocuparía un espacio demasiado grande. Es por este motivo que para reducir tanto el stock como el espacio ocupado se utiliza el suministro en secuencia.

Este suministro se asegura gracias a la existencia de lectoras a lo largo de la línea que dan la ubicación del motor exacta en cada punto de la línea. Con este sistema se asegura la trazabilidad. Los tres sensores se clasifican en lectura de inicio de secuencia, lectura de secuencia segura y finalmente, lectura de punto de uso. Cuando el motor pasa por el punto de lectura de inicio de secuencia en otra zona del almacén va apareciendo la secuencia de llenado de los carros y una vez llenas se suministran a la línea. Que son montadas en el orden correcto tal y como les indica el ordenador que tiene el operario en el punto de uso, este ordenador indica la posición de la cara y la cara en el carro que debe cogerse para montar la pieza en el motor.



Ilustración 2-13 Carro de secuencias. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)



### 2.4.3 Aproveccionamiento sistema Kitting

Este sistema de aprovisionamiento consiste en la agrupación de piezas que se montaran en distintos puntos en una única paleta. De esta manera el material viaja junto con el motor reduciéndose así la cantidad de materia que debe almacenarse en cada punto de uso. Con este sistema también se reducen los desplazamientos a la línea de montaje puesto que al ser el material el que viaja con el producto final no se debe aprovisionar la línea. Así pues, los Kits se montan en una zona dedicada del almacén y se incorporan en sus paletas correspondientes, una vez la paleta está montada en su totalidad se lleva a la línea de montaje donde se le acopla el motor y el conjunto de motor y paleta con el Kit se desplazan por la línea donde recibe las operaciones pertinentes. Esto se realiza en varios puntos de la línea donde se sustituyen las paletas para introducir nuevos kits. Con este sistema se desacoplan completamente los dos procesos, por un lado se encuentra el aprovisionamiento y por otro el montaje y no existe interferencia entre ambos en la línea de montaje. Esto quiere decir que los operarios aprovisionan la zona del almacén dedicada a la elaboración de kits y no la línea directamente. Este factor también aumenta la seguridad en la planta puesto que se reducen considerablemente los movimientos de carretillas y carros para llevar el material a la línea, haciendo del entorno de trabajo un lugar más seguro. En cuanto a los operarios de la línea también ven en este sistema un beneficio puesto que no son ellos los que deben controlar ni gestionar el nivel de inventario que existe en sus puestos de trabajo.

En la imagen se observa una paleta que llevaría acoplado su kit correspondiente.

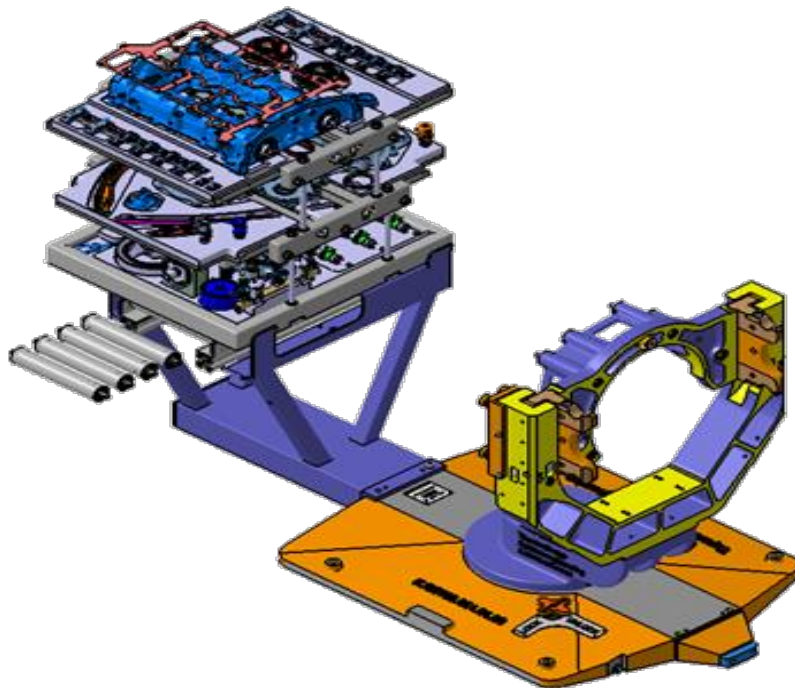


Ilustración 2-14 Ejemplo Kitting. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)

#### 2.4.4 Aproveccionamiento sistema Card

El aprovisionamiento mediante el sistema Card está destinado a piezas de baja rotación. Esto quiere decir que son piezas donde su ratio de densidad por contenedor es elevado, son piezas de pequeño tamaño como los tornillos. Esto permite tener un stock en el punto de uso de más de 2 horas, lo que permite realizar ciclos de reposición donde un único operario se encargue de aprovisionar toda una parte de la línea en función de las peticiones existentes. Otra característica que tienen las piezas suministradas con este sistema es el peso de los contenedores, estos no deben superar los 15 Kg., puesto que ergonómicamente no es aceptado. Esto es así puesto que se realizan peticiones de una o dos cajas por ciclo y el picking se realizan individualmente generando carros multireferencia, por lo tanto no se manipulan palets completos que hacen la tarea más sencilla.

El sistema de solicitud de este tipo de materiales se detalla a continuación, los operarios de la línea tienen asociados a cada material una botonera, cada vez que consumen una caja de este material deben pulsar el botón asociado al mismo. Este proceso genera una petición que se registra mediante una aplicación informática. Esta solicitud llega al ordenador del almacén y el operario imprime su pick list cada vez que realiza un ciclo de aprovisionamiento. Realizaría el picking según el listado y abastecería la línea de montaje y posteriormente repetiría el ciclo.

En la imagen siguiente se muestra un ejemplo de funcionamiento de dicho sistema.

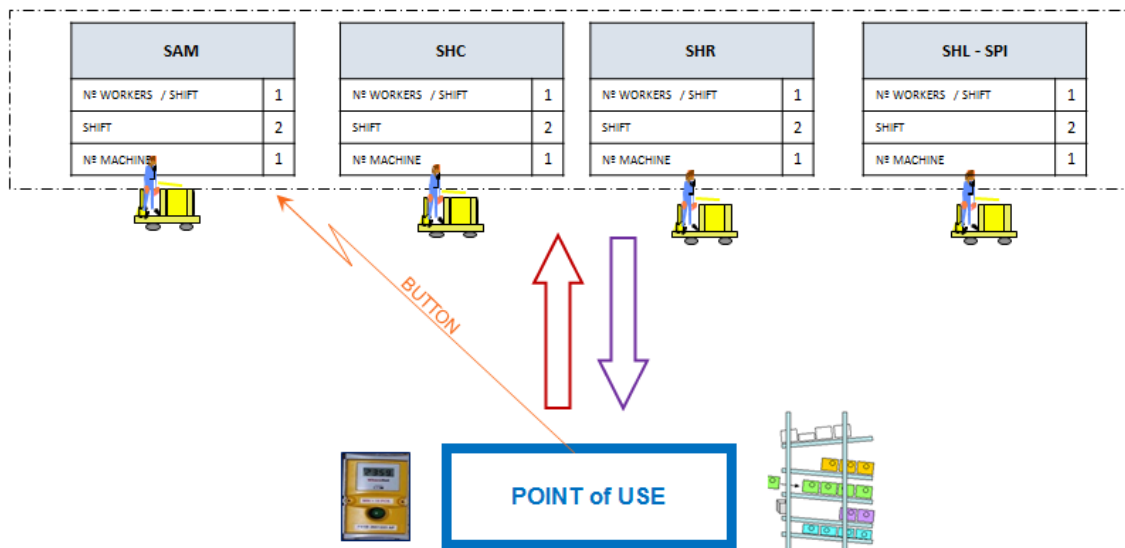


Ilustración 2-15 Funcionamiento sistema CARD. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)

## 2.5 Estructura organizativa afectada

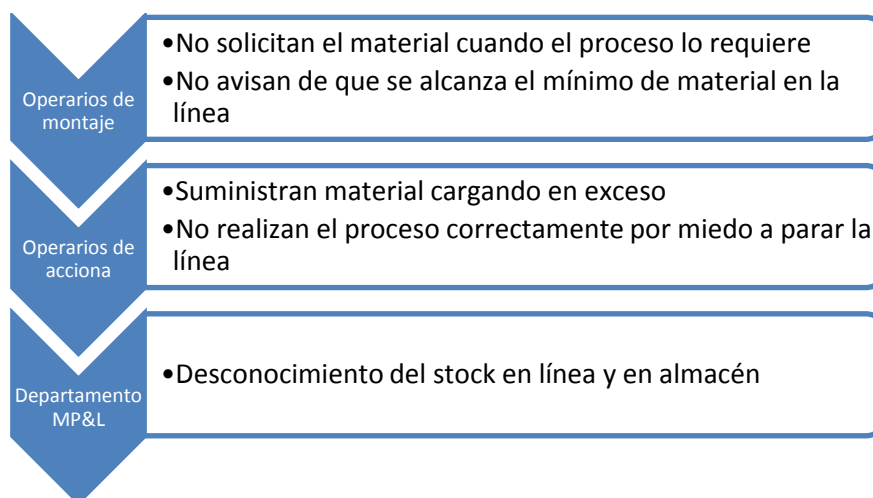
Este apartado hace referencia a quienes son los afectados por el problema. Por un lado, se encuentran los operarios de montaje de la línea, este colectivo es el principal causante del problema. Esto es así ya que la función de solicitar el material es intrínsecamente suya. Por lo tanto, el departamento de montaje es la primera estructura organizativa afectada.

Por otro lado, se encuentra el departamento de MP&L, encargado de la gestión del suministro a la línea, y la subcontrata Acciona. Acciona es una empresa que se encarga de gestionar la logística interna según las directrices del departamento de MP&L, es por ello que este colectivo también se ve afectado. Esto es así puesto que si no llega el material a la línea o se para la producción por falta de material el primer foco recae sobre dicha organización.

Estructura afectada	Problema encontrado
<b>Operarios de montaje</b>	Mal uso de la herramienta
<b>Operario de aprovisionamiento</b>	Carga material sin criterio
<b>Departamento MP&amp;L</b>	Imposibilidad de gestión y control stocks

Tabla 2-1 Resumen problemas por estructura organizativa. Fuente: (Elaboración propia)

Seguidamente se muestran los efectos de los problemas encontrados en cada estructura y cómo afecta a los demás implicados en el problema. El problema se inicia en los operarios de montaje que no realizan correctamente su tarea y esto se ve afectado finalmente en un problema de gestión de stocks que origina desperdicios.



---

## 2.6 Conclusiones

En este apartado se ha centrado la atención en mostrar el ámbito en el que se desarrolla el proyecto así como el problema asociado, los procesos y las estructuras organizativas afectadas.

Se ha presentado la empresa en la cual se desarrolla el proyecto haciendo mención al departamento que lleva a cabo el mismo.

Por otro lado, se han introducido los procesos asociados al problema, que son principalmente los 3 sistemas de aprovisionamiento que existen actualmente a la línea de montaje.

Se ha presentado el problema que radica en el mal uso de la actual herramienta de petición de material y cuál es el propósito de la empresa respecto a este problema.

Y finalmente, se ha mencionado quienes son los actores que participan en este problema y cuál es su responsabilidad en el mismo.

Así pues, en los siguientes capítulos se realizará una exposición más en profundidad del problema, el proceso resolutivo y los datos obtenidos de la implantación del plan de acción.

---

## 3 Antecedentes Teóricos

### 3.1 Introducción

En este apartado del proyecto se va a hacer mención a las herramientas y técnicas empleadas a lo largo del mismo para la resolución del problema. Estas herramientas tienen un peso teórico que es necesario dominar antes de su utilización, es por ello que se realizará la explicación de cada uno de ellos para posteriormente pasar a su utilización.

### 3.2 Diagrama de Ishikawa

El diagrama causa-efecto, desarrollado por el licenciado en química Kaoru Ishikawa en 1943, es una herramienta de análisis que nos permite obtener un cuadro, detallado y de fácil visualización, de las diversas causas que pueden originar un determinado efecto o problema. De acuerdo con el artículo realizado por la Universidad de Vigo, “El diagrama Causa-Efecto. Suele aplicarse a la investigación de las causas de un problema, mediante la incorporación de opiniones de un grupo de personas directa o indirectamente relacionadas con el mismo, para dotar al equipo de un rigor al estar íntimamente relacionadas con el problema y perspectiva al emplear personas ajenas al problema pero con conocimientos suficientes respecto al tema a tratar. Por ello, está considerada como una de las 7 herramientas básicas de la calidad, siendo una de las más utilizadas, sencillas y que ofrecen mejores resultados. El diagrama causa-efecto se conoce también con el nombre de su creador, el profesor japonés Kaoru Ishikawa (diagrama de Ishikawa), o como el “diagrama de espina de pescado”.

Debe quedar claro que el diagrama causa-efecto no es una herramienta para resolver un problema, sino únicamente explicarlo, esto es, analizar sus causas (paso previo obligado si queremos realmente corregirlo). Es una herramienta muy interesante para analizar todo tipo de problemas producidos en los procesos de producción o de servicio. Por lo tanto, el diagrama de Ishikawa nos abre las puertas para enfocar el problema y posteriormente emplear otras herramientas para su resolución.

#### 3.2.1.1 Metodología de aplicación

A continuación, se muestra la metodología empleada para llevar a cabo un diagrama de Ishikawa. Los pasos a seguir a la hora de analizar un problema mediante la técnica del diagrama causa-efecto son los siguientes:

##### 1.1. Previamente a la reunión de análisis

- 1) Se determina inequívocamente el problema a analizar. Debe ser un problema concreto, aunque puedan intervenir diversas causas que lo expliquen.

---

2) Determinar el grupo de personas que deben intervenir en el análisis. Normalmente serán personas relacionadas con el problema directa o indirectamente, de forma que todas ellas puedan aportar ideas.

3) Convocar al grupo, anunciándoles el problema concreto que se va a analizar (para que vayan pensando en el mismo).

### 1.2. En la reunión de análisis

1) El grupo de analistas va dando sus opiniones, de forma ordenada, sobre las posibles causas que cada uno identifica para dicho problema generándose un *brainstorming*.

2) Una vez agotadas las opiniones, el facilitador o coordinador del grupo dibuja el diagrama base en una pizarra suficientemente amplia para poder escribir en ella todas las causas posibles.

A continuación, se identifican los factores o grupos de causas en que éstas pueden clasificarse. A cada uno de estos factores se les asigna una flecha que entronca en la “espina” principal del pez. Habitualmente, los factores suelen estar predefinidos como las “4 emes” o “5 emes”, dependiendo del contexto:

1ª M: Máquinas

2ª M: Mano de obra

3ª M: Método

4ª M: Materiales

5ª M: Medio (entorno de trabajo)

3) A continuación, el facilitador, con la colaboración de los integrantes del grupo, asigna cada una de las causas identificadas a uno de los títulos o conjuntos de causas definidos, utilizando flechas paralelas a la “espina” central y escribiendo de nuevo la causa al lado de cada flecha. Otra posibilidad para hacer lo mismo es que cada participante, o el facilitador, escriba cada causa en una tarjeta adhesiva (tipo “post-it”), de forma que esta tarjeta pueda pegarse en el factor correspondiente. Durante el proceso, pueden aparecer causas que lo sean, a su vez, de otras causas. Cuando esto sucede, pueden añadirse flechas que entronquen estas “subcausas” con las correspondientes a las causas principales, y así sucesivamente. De esta forma, se ramifica el diagrama de forma directamente proporcional a la capacidad del grupo de encontrar causas para el problema planteado.

4) Finalmente, se determina cuál es el orden de importancia de las causas identificadas. Para ello, puede someterse a votación entre los participantes el conjunto de causas identificadas.

---

5) Una vez hecha la votación, se rodean con un círculo las dos o tres causas más votadas. Estas serán las primeras contra las que se deberá actuar. Pero esto –la adopción de acciones correctoras- ya no forma parte de esta técnica.

### 3.3 Proceso de selección multi-criterio AHP

El proceso de selección del modelo AHP tal y como explican Toskano Hurtado y Gérard Bruno en su artículo *“El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para toma de decisiones en la selección de proveedores”*, es también adaptable a todo tipo de proceso selectivo en el cual existan unos criterios sobre los que ponderar cada alternativa.

El proceso de análisis jerárquico, que fue desarrollado por Thomas L. Saaty en *“The Analytical Hierarchical Process”*, J. Wiley, New York (1980), está diseñado para resolver problemas complejos. El proceso consiste en aportar a la persona encargada de la toma de decisión la información necesaria para evaluar los distintos criterios sobre los cuales se basará la posterior decisión. El resultado que arroja el modelo AHP es una jerarquización de las alternativas en función de los distintos criterios establecidos y las prioridades de unos frente a otros.

En un ambiente de certidumbre, el AHP proporciona la posibilidad de ponderar de forma cuantitativa los diferentes criterios de selección. Sin embargo, lo relevante del modelo AHP es que permite incorporar aspectos cualitativos a la toma de decisiones, que suelen ser excluidos por su compleja definición, al ponderar los criterios.

El AHP, mediante su elaboración, permite de una manera eficiente y gráfica la organización de la información de un problema, descomponerla, analizarla y arrojar resultados basados en datos.

Los fundamentos del modelo AHP son los siguientes:

- La estructuración del modelo jerárquico (representación del problema mediante identificación de la meta, criterios y alternativas).
- Priorización de los elementos del modelo jerárquico.
- Comparaciones binarias entre los elementos.
- Evaluación de los elementos mediante la asignación de “pesos”.
- Ranking de las alternativas de acuerdo con los pesos dados.
- Síntesis.

Los criterios de la evaluación de las alternativas se ponderan en función de unos “pesos” según la siguiente tabla:

### ESCALA DE PREFERENCIAS

Planteamiento verbal de la preferencia	Calificación Numérica
Extremadamente preferible	10-9
Entre muy fuerte y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Tabla 3-1 Escala de preferencias. Fuente: (“El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para toma de decisiones en la selección de proveedores”)

### Árbol de Jerarquías

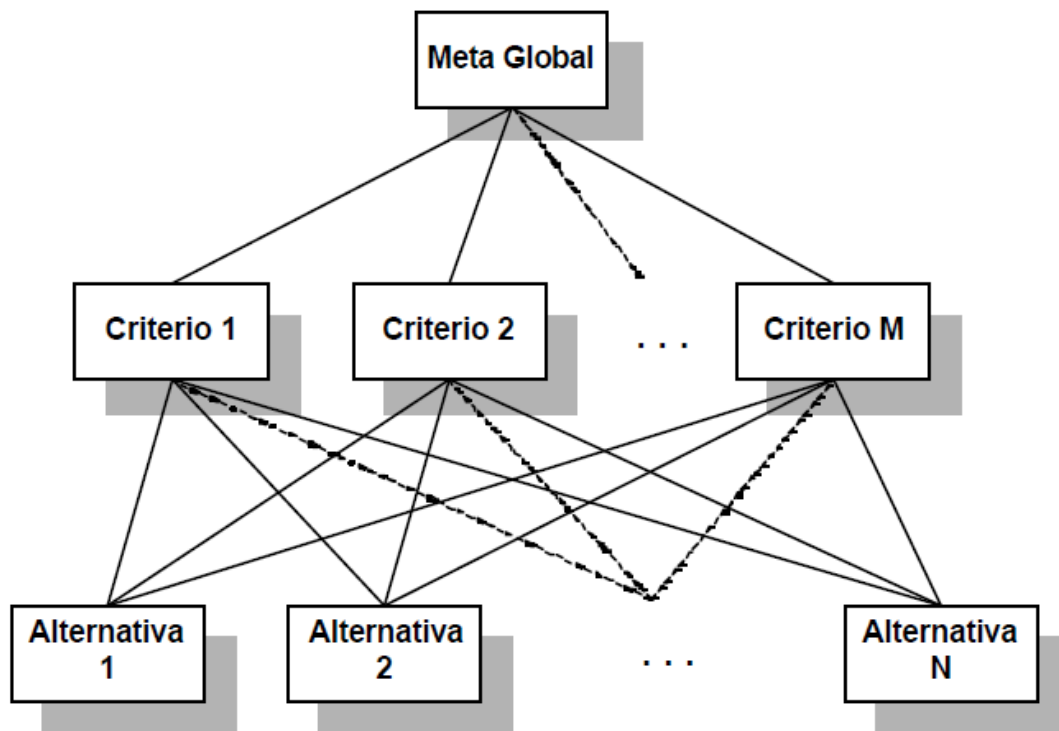


Ilustración 3-1 Árbol de jerarquías. . Fuente: (“El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para toma de decisiones en la selección de proveedores”)



### 3.4 Modelo A3

El modelo de resolución de problemas mediante informes A3 fue desarrollado por Toyota con el objetivo de evitar el exceso de información a la hora de presentar un problema y su posible plan de acción para resolverlo. El informe A3 consiste en la explicación de un problema en un espacio reducido para ser más concretos en un formato de folio A3 que equivale a 297x420(mm). De esta forma se debe focalizar más para que todo lo que se pretende aporta quepa en dicho formato. El objetivo de un formato A3 es mejorar la comunicación efectiva, algo que por el hecho de utilizar las nuevas tecnologías para comunicarse se ha perdido. Así pues, según Toyota el informe A3 crea empleados comprometidos y analíticos a través del proceso de resolución de problemas.

En la resolución de problemas el proceso tiene las siguientes fases:

**1. Definición del problema:** Definición clara y concisa del problema. Utilizar en lo posible datos cuantitativos. Detallar lo que sea necesario para hacer el problema comprensible.

**2. Situación actual:** El problema se produce en el ámbito de un proceso. En este punto se describirá este proceso tomando datos reales. Utilizar esquemas y diagramas (Pareto, diagramas de flujo,...) Utilizar en lo posible datos cuantitativos. Resaltar el problema dentro del proceso.

**3. Análisis de las causas:** Muestra gráficamente análisis y conclusiones: 5-porqués, Ishikawa...

**4. Situación objetivo:** Representar gráficamente cuál sería la situación ideal, incluyendo los mismos indicadores que en la "situación actual".

**5. Plan de Acción:** Tenemos una descripción esencial del problema, identificadas las causas y los objetivos, hay que definir las acciones a realizar indicando quién hace qué, cómo, cuándo,...

**6. Seguimiento:** El Informe A3 también tiene que servir para poder ver en todo momento en qué situación están las acciones definidas. Pero además muestra de forma clara qué se pretende conseguir con estas acciones.

**7. Resultados:** El cierre del informe nos debe mostrar que se consiguió, de manera que podamos:

- Tener un registro sencillo pero fiable de toda la resolución del problema.
- Extender las conclusiones a otros problemas.

Sobre el A3 Thinking en los últimos tiempos se han publicado varios artículos y libros tanto en Europa como en EE.UU., en el año 2009 la publicación MIT Sloan Management Review publicaba un artículo con el título "Toyota 's Secret: The A3 Report" y en 2012 está en proceso

---

de publicación la traducción al italiano del libro "Managing to Learn: Using the A3 Management Process"

### 3.5 Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)

Tal y como recogen en su trabajo Manuel Bestratén y Rosa M<sup>a</sup> Orriols "NTP 679: análisis modal de fallos y efectos. AMFE". El AMFE fue aplicado por vez primera por la industria aeroespacial en la década de los 60, e incluso recibió una especificación en la norma militar americana MIL-STD16291 titulada "Procedimientos para la realización de análisis de modo de fallo, efectos y criticidad". En la década de los 70 lo empezó a utilizar Ford, extendiéndose más tarde al resto de fabricantes de automóviles. En la actualidad es un método básico de análisis en el sector del automóvil que se ha extrapolado satisfactoriamente a otros sectores.

Aunque la técnica se aplica fundamentalmente para analizar un producto o proceso en su fase de diseño, este método es válido para cualquier tipo de proceso o situación, entendiendo que los procesos se encuentran en todos los ámbitos de la empresa, desde el diseño y montaje hasta la fabricación, comercialización y la propia organización en todas las áreas funcionales de la empresa. Evidentemente, este método a pesar de su enorme sencillez es usualmente aplicado a elementos o procesos clave en donde los fallos que pueden acontecer, por sus consecuencias puedan tener repercusiones importantes en los resultados esperados. El principal interés del AMFE es el de resaltar los puntos críticos con el fin de eliminarlos o establecer un sistema preventivo (medidas correctoras) para evitar su aparición o minimizar sus consecuencias, con lo que se puede convertir en un riguroso procedimiento de detección de defectos potenciales, si se aplica de manera sistemática.

A continuación, se presentan los aspectos fundamentales que un AMFE tiene y más adelante se expondrá tal y como mencionan en su artículo Manuel Bestratén y Rosa M<sup>a</sup> Orriols el proceso de realización del método.

#### Definiciones de términos fundamentales del AMFE:

Como paso previo a la descripción del método y su aplicación es necesario sentar los términos y conceptos fundamentales, que a continuación se describen.

**-Cliente o usuario:** Solemos asociar la palabra cliente al usuario final del producto fabricado o el destinatario-usuario del resultado del proceso o parte del mismo que ha sido analizado. Por lo tanto, en el AMFE, el cliente dependerá de la fase del proceso o del ciclo de vida del producto en el que apliquemos el método. La situación más crítica se produce cuando un fallo generado en un proceso productivo que repercute decisivamente en la calidad de un producto no es controlado a tiempo y llega en tales condiciones al último destinatario o cliente.

---

Si uno de los aspectos determinantes del método es asegurar la satisfacción de las necesidades de los usuarios, evitando los fallos que generan problemas e insatisfacciones, para conocerlas es necesario tener herramientas que nos permitan registrarlas. Para ello disponemos, entre otras, de dos herramientas: los cuestionarios de satisfacción de necesidades de clientes o usuarios y la doble matriz de información para comprobar como los resultados esperados de productos/procesos responden a las expectativas de sus usuarios.

El propósito del diseño, o sea lo que se espera se consiga o no del mismo, debe estar acorde con las necesidades y requisitos que pide el usuario; con lo que al realizar el AMFE y aplicarlo en la fase de diseño siempre hay que pensar en el cliente-usuario, ese "quien", es el que nos marca el objetivo final.

Es por eso que las funciones prioritarias al realizar el AMFE son las denominadas "funciones de servicio", este tipo de funciones nos permitirán conocer el susodicho grado de satisfacción del cliente tanto de uso del producto como de estimación (complacencia). Las "funciones de servicio" son necesidades directas de los sistemas analizados y no dependen solo de la tecnología, es por eso que para determinarlas hay que analizar, como se ha dicho, dos aspectos: las necesidades que se tienen que satisfacer y el impacto que tienen sobre el cliente dichas necesidades. Esto nos permitirá determinar y priorizar las funciones de servicio y a partir de ahí realizar el AMFE.

**-Producto:** El producto puede ser una pieza, un conjunto de piezas, el producto final obtenido de un proceso o incluso el mismo proceso. Lo importante es poner el límite a lo que se pretende analizar y definir la función esencial a realizar, lo que se denomina identificación del elemento y determinar de qué subconjuntos / subproductos está compuesto el producto.

**-Seguridad de funcionamiento:** Hablamos de seguridad de funcionamiento como concepto integrador, ya que además de la fiabilidad de respuesta a sus funciones básicas se incluye la conservación, la disponibilidad y la seguridad ante posibles riesgos de daños tanto en condiciones normales en el régimen de funcionamiento como ocasionales. Al analizar tal seguridad de funcionamiento de un producto/proceso, a parte de los mismos, se habrán de detectar los diferentes modos o maneras de producirse los fallos previsibles con su detectabilidad (facilidad de detección), su frecuencia y gravedad o severidad, y que a continuación se definen.

**-Detectabilidad:** Este concepto es esencial en el AMFE, aunque como se ha dicho es novedoso en los sistemas simplificados de evaluación de riesgos de accidente.

**-Frecuencia:** Mide la repetitividad potencial u ocurrencia de un determinado fallo, es lo que en términos de fiabilidad o de prevención llamamos la probabilidad de aparición del fallo.

**-Gravedad:** Mide el daño normalmente esperado que provoca el fallo en cuestión, según la percepción del cliente - usuario. También cabe considerar el daño máximo esperado, el cual iría asociado también a su probabilidad de generación.

**-Índice de Prioridad de Riesgo (IPR):** Tal índice está basado en los mismos fundamentos que el método histórico de evaluación matemática de riesgos de FINE, William T., si bien el índice de prioridad del AMFE incorpora el factor detectabilidad. Por tanto, tal índice es el producto de la frecuencia por la gravedad y por la detectabilidad, siendo tales factores traducibles a un código numérico adimensional que permite priorizar la urgencia de la intervención, así como el orden de las acciones correctoras. Por tanto debe ser calculado para todas las causas de fallo.

$$IPR = D * G * F$$

Es de suma importancia determinar de buen inicio cuales son los puntos críticos del producto/proceso a analizar. Para ello hay que recurrir a la observación directa que se realiza por el propio grupo de trabajo, y a la aplicación de técnicas generales de análisis desde el "brainstorming" a los diagramas causa-efecto de Ishikawa, entre otros, que por su sencillez son de conveniente utilización. La aplicación de dichas técnicas y el grado de profundización en el análisis depende de la composición del propio grupo de trabajo y de su cualificación, del tipo de producto a analizar y como no, del tiempo hábil disponible.

### **Descripción del método**

En primer lugar habría que definir si el AMFE a realizar es de proyecto o de producto/proceso. Cuando el AMFE se aplica a un proceso determinado, hay que seleccionar los elementos clave del mismo asociados al resultado esperado.

**-Denominación del producto/proceso:** Debe identificarse el PRODUCTO o parte del PROCESO incluyendo todos los subconjuntos y los componentes que forman parte del producto/proceso que se vaya a analizar, bien sea desde el punto de vista de diseño del producto/proyecto o del proceso propiamente dicho. Es útil complementar tal identificación con códigos numéricos que eviten posibles confusiones al definir los componentes.

**-Subproceso/subfunciones:** Se completa con distinta información dependiendo de si se está realizando un AMFE de diseño o de proceso. Para el AMFE de diseño se incluyen las partes del componente en que puede subdividirse y las funciones que realiza cada una de ellas, teniendo en cuenta las interconexiones existentes. Para el AMFE de proceso se describirán todas las operaciones que se realizan a lo largo del proceso.

**-Fallo o Modo de fallo:** Se define como la forma en la que una pieza o conjunto pudiera fallar potencialmente a la hora de satisfacer el propósito de diseño/proceso, los requisitos de rendimiento y/o las expectativas del cliente

**-Efecto/s del fallo:** Normalmente es el síntoma detectado por el cliente/ usuario del modo de fallo, es decir si ocurre el fallo potencial como lo percibe el cliente, pero también como repercute en el sistema.

**-Causas del modo de fallo:** La causa o causas potenciales del modo de fallo están en el origen del mismo y constituyen el indicio de una debilidad del diseño cuya consecuencia es el propio modo de fallo. Es necesario relacionar con la mayor amplitud posible todas las causas de fallo concebibles que pueda asignarse a cada modo de fallo. Las causas deberán relacionarse de la

---

forma más concisa y completa posible para que los esfuerzos de corrección puedan dirigirse adecuadamente.

**-Medidas de ensayo y control previstas:** En muchos AMFE suele introducirse este apartado de análisis para reflejar las medidas de control y verificación existentes para asegurar la calidad de respuesta del componente/producto/proceso. La fiabilidad de tales medidas de ensayo y control condicionará a su vez a la frecuencia de aparición de los modos de fallo. Las medidas de control deberían corresponderse para cada una de las causas de los modos de fallo.

**-Gravedad:** Determina la importancia o severidad del efecto del modo de fallo potencial para el cliente (no teniendo que ser este el usuario final); valora el nivel de consecuencias, con lo que el valor del índice aumenta en función de la insatisfacción del cliente, la degradación de las prestaciones esperadas y el coste de reparación.

**-Frecuencia:** Es la Probabilidad de que una causa potencial de fallo (causa específica) se produzca y dé lugar al modo de fallo

**-Índice de Prioridad de Riesgo (IPR):** Es el producto de los tres factores que lo determinan. Dado que tal índice va asociado a la prioridad de intervención, suele llamarse índice de Prioridad del Riesgo. Debe ser calculado para todas las causas de fallo. No se establece un criterio de clasificación de tal índice.

**-Acción correctora:** Se describirá en este apartado la acción correctora propuesta.

### 3.6 7 Desperdicios

Los MUDA, término japonés que significa “inutilidad; ociosidad; superfluo; residuos; despilfarro”, son 7 conceptos que se aplicaron inicialmente por el ingeniero Taiichi Ohno, autor del conocido “Just In Time, el Sistema de producción de Toyota”. Tal y como se menciona en el libro “The Toyota Way fieldbook: a practical guide for implementing Toyota’s 4P’s” (2006) de los autores Liker, Jeffrey K. y Meier, David. Existen 7 desperdicios en toda organización que pueden ser eliminados o al menos limitados para aumentar la producción o al menos reducir el despilfarro.

Estos 7 conceptos conocidos en la filosofía de Toyota y en el *Lean Manufacturing* como 7 Mudas, término japonés para desperdicio se citan a continuación.

- **Sobre-producción**

Producir en exceso o hacerlo antes de lo necesario es un hecho bastante extendido en la industria. La creencia de que es preferible hacer lotes grandes que posteriormente se almacenan es preferible a realizar lotes que se ajusten a la demanda. Puesto que se piensa que

---

al realizar grandes lotes se ahorran costes de producción. Sin embargo, esta mala praxis genera un desperdicio, ya que los recursos innecesarios dedicados a este fin de producción innecesaria se recortan de otros que en ese momento fueran más necesarios.

- **Esperas**

La espera es aquel tiempo en el cual no se añade ningún tipo de valor al proceso o producto por falta de materiales, herramientas, recursos humanos, etc. En procesos productivos muchas veces se achaca esta espera a la existencia de cuellos de botellas en el proceso que hacen que el proceso se ralentice. Este hecho de no utilizar recursos es uno de los desperdicios más extendidos en la industria.

- **Transporte**

El transporte es uno de los procesos productivos que pese a ser necesario más desperdicio generan en la industria. Esto es así porque no aportan ningún valor añadido a nuestro proceso pero sin embargo son 100% necesarios, es por ello que hay que minimizar al máximo este tipo de desperdicio. Además, no solo por el hecho de que no aporte valor al proceso si no que durante el transporte los materiales también pueden dañarse lo que además de un desperdicio ocasiona la pérdida total de un producto o que no cumpla los niveles de calidad y deban realizarse retrabajos.

- **Sobreprocesos**

La calidad es un fin que actualmente se persigue en toda la industria, y es por ello que se realizan procesos en muchas veces repetitivos que pueden causar el solape de dichos procesos. Hacer un trabajo extra sobre un producto es un desperdicio que debemos eliminar, y que es uno de los más difíciles de detectar, ya que muchas veces el responsable del sobreproceso no sabe que lo está haciendo. Por ejemplo: limpiar dos veces, o simplemente, hacer un informe que nadie va a consultar.

- **Exceso de inventarios**

Se refiere al stock acumulado por el sistema de producción y su movimiento dentro de la planta, que afecta a todo tipo de recursos, materiales, piezas en proceso, producto acabado. Este exceso de materia prima, trabajo en curso o producto terminado no agrega ningún valor al cliente, sin embargo se justifican por el miedo de algunas organizaciones a no cubrir las necesidades del cliente debido a las ineficiencias de sus procesos. El inventario que sobrepase lo necesario para cubrir las necesidades del cliente tiene un impacto negativo en la economía de la empresa y emplea espacio valioso. A menudo un stock es una fuente de pérdidas por productos que se convierten en obsoletos, posibilidades de sufrir daños, tiempo invertido en recuento y control y errores en la calidad escondidos durante más tiempo.

- **Movimientos innecesarios**

Todo movimiento innecesario de personas o equipamiento que no añada valor al producto es un despilfarro. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos,

buscando, escogiendo, agachándose, etc. Existe la creencia de que si una persona se está moviendo está trabajando, sin embargo es también de los mayores desperdicios dentro de las organizaciones. Y también se puede adaptar a los puestos de trabajo, si para realizar una acción simplemente son necesarios 2 movimientos todos aquellos que exceden ese número serán considerados un desperdicio que deberá ser eliminado para facilitar la tarea del operario de tal forma que aumente así su productividad y reduzca los problemas causados por la repetitividad de tareas.

- **Defectos**

Los defectos de producción y los errores de servicio no aportan valor y producen un desperdicio enorme, ya que consumimos materiales, mano de obra para reprocesar y/o atender las quejas, y sobre todo pueden provocar insatisfacción en el cliente.

Además, existe un 8 desperdicio que actualmente se está considerando y que hace referencia al desperdicio del talento, hace referencia a cuando un empleado se encuentra infravalorado y no aporta todo su talento al servicio de la compañía. Es por ello que ya en su libro del “*Toyota Way*” se hacía especial mención a que los operarios son los dueños del proceso y por ello se deben valorar.

### 3.7 Conclusiones

En este apartado se han mostrado algunas de las herramientas que se han empleado para el desarrollo de este proyecto, y que han servido de base para poder realizar de una manera metódica y óptima todas aquellas tareas que derivan de su utilización. Es importante resaltar que sin una base teórica sobre la sustentar nuestros avances es difícil desarrollar un proyecto de tales magnitudes que implica tantos recursos.

Por lo tanto, se han utilizado herramientas de diversos ámbitos. Decisión multi-criterio mediante el uso del AHP. Identificación de problemas mediante la herramienta del diagrama de Ishikawa. Y herramientas *Lean* como son el modelo A3 y Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), así como el análisis de uno de los máximos pilares de la filosofía *Lean* como son los 7 desperdicios.





---

## 4 Descripción de las Incidencias/Observaciones/Síntomas

### 4.1 Introducción

En el presente capítulo, se procederá a la descripción de las incidencias que derivan en el problema final, se analizarán estas incidencias, se observará cuál es la causa raíz del problema y se planteará un método para representar el plan de acción futuro que se llevará a cabo.

### 4.2 Descripción de incidencias/observaciones/síntomas

A continuación, se expondrán las incidencias encontradas, así como las observaciones de la situación actual y los síntomas que ocasionan el problema. De esta manera se pretende dar una visión global del problema y las causas del mismo.

Como se ha comentado anteriormente el problema principal al que se enfrenta la organización es el exceso de llamadas de emergencia que se generan diariamente y la posibilidad que tiene de no poder suministrar correctamente la línea y que este hecho derive en una parada de línea y por tanto una reducción de la producción establecida. Según lo mencionado en el 2.3 Objeto del Problema, la situación actual es que según el proceso de petición de suministro de piezas no se cumplen con los plazos necesarios para evitar estas llamadas de emergencia o los posibles paros de línea. Esto es así porque los operarios de la línea de montaje no realizan el proceso adecuadamente, que como ya se comentó en el apartado 2.4 Procesos asociados al problema.

Concretamente en este proyecto se aborda exclusivamente la situación de las piezas de tipo Card, cuyo proceso de petición de piezas, como ya se comenta en el apartado 2.4.4 Aprovechamiento sistema Card, consiste en cuando el operario consume una caja de este tipo de material debe realizar una pulsación en su botonera asociada y de esta manera se genera la petición que más tarde será servida.

A continuación, se muestran los estudios realizados durante meses que explican la situación actual del proceso y por lo tanto abalan el hecho de que no se ha realizado correctamente la tarea por parte de los operarios de montaje y que por lo tanto se deben tomar las medidas necesarias para solventar dicha situación.

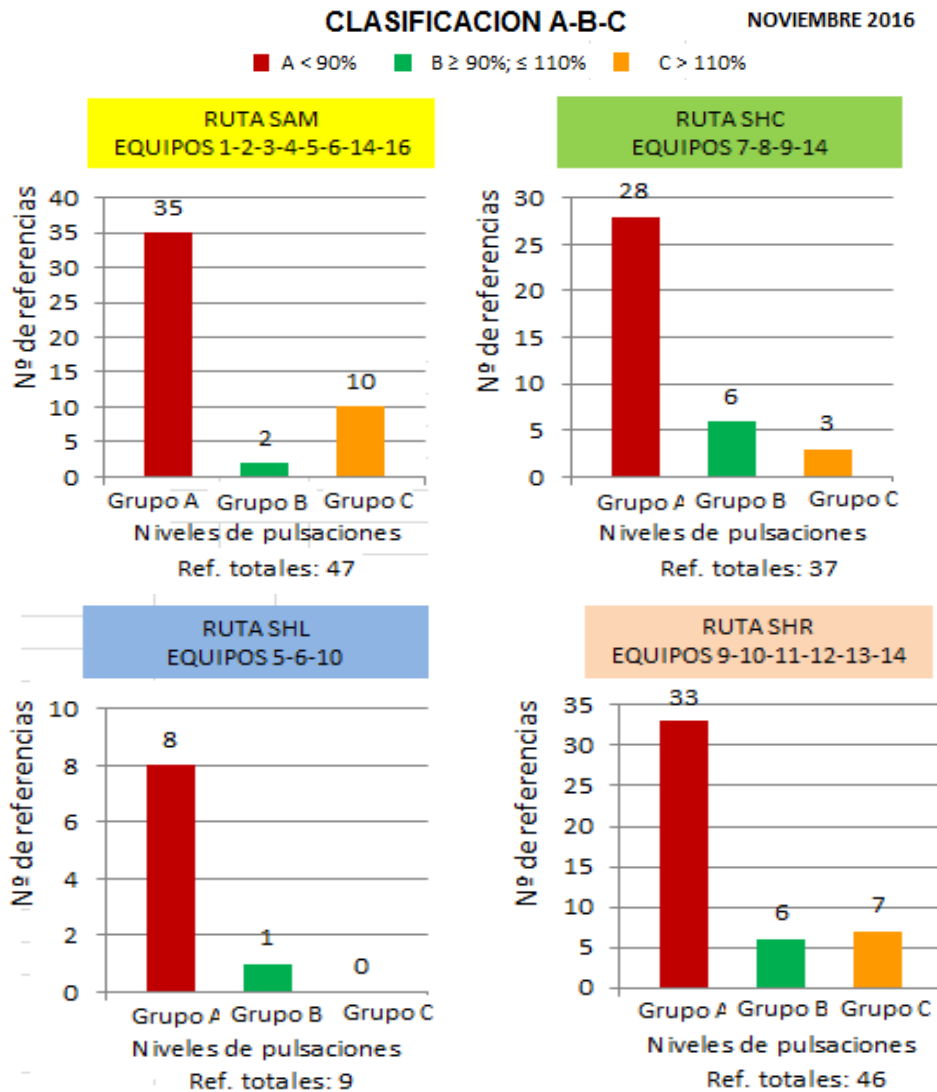


Ilustración 4-1 Análisis Noviembre 2016. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)

En la Ilustración 4-1 Análisis Noviembre 2016, se muestra la situación del mes de noviembre. En primer lugar se realizará una explicación de los datos que muestra la imagen y posteriormente se incorporaran datos de otros meses donde se ve la evolución.

Así pues, la imagen muestra para cada una de las 4 rutas existentes actualmente, y con las cuales se abastece la línea de las piezas Card, el nivel de pulsaciones por referencia a lo largo de un mes. El estudio se realiza comparando las peticiones que generan las botoneras de cada una de las referencias y se comparan con el uso de cada una de estas referencias en número de cajas consumidas. Esto muestra los siguientes datos, como puede observarse en la ilustración, la mayor parte de las referencias se encuentran con el rango de valor de menos de un 90% de nivel de pulsación lo que significa que pulsan menos de los que deberían. Esto significa que al menos de cada 100 peticiones que se deberían de haber realizado solo 90 se realizaron correctamente, y se dice al menos por que esto es un rango para establecer un nivel

de servicio y en muchas referencias este nivel de pulsación se encontraba en niveles muy inferiores al 90%.

Por otra parte, el uso correcto que se muestra como el rango de pulsaciones entre el 90% y el 110%, puesto que se trata de una tarea manual y siempre existe la variabilidad del proceso se deja un margen de  $\pm 10\%$ . Como puede observarse el número de referencias que se encuentran en este rango es considerablemente inferior al del rango de  $<90\%$ , lo que demuestra que el proceso no se está realizando correctamente.

Para finalizar el análisis de la ilustración puede verse como incluso existen referencias que están por encima del 110% de nivel de pulsación lo que genera un exceso de material en la línea para esas referencias. Este hecho es igualmente negativo que no realizar las pulsaciones puesto que se acumula material y por lo tanto se genera un desperdicio de inventario y de transportes innecesarios.

A continuación, se muestra el acumulado anual para las piezas más destacadas de cada una de las rutas. En estas tablas puede observarse como la diferencia de peticiones y uso en el acumulado anual genera un problema de abastecimiento.

<b>TOP 3 (ANUAL) - RUTA SAM</b>					
<b>PART. NUMBER</b>			<b>PIEZAS PEDIDAS</b>	<b>PIEZAS USADAS</b>	<b>DIF. %</b>
EJ7E	6K868	BB	612	11.976	5%
9W7E	6714	AA	41.472	318.606	13%
CJ5E	6B297	AB	5.110	32.074	16%

Tabla 4-1 Acumulado anual ruta SAM. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)

<b>TOP 3 (ANUAL) - RUTA SHC</b>					
<b>PART. NUMBER</b>			<b>PIEZAS PEDIDAS</b>	<b>PIEZAS USADAS</b>	<b>DIF. %</b>
AA5E	9C587	CA	77.760	219.893	35%
3M51	9278	AB	85.500	211.112	40%
DX2E	6750	AB	14.600	35.592	41%

Tabla 4-2 Acumulado anual ruta SHC. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)

<b>TOP 3 (ANUAL) - RUTA SHL</b>					
<b>PART. NUMBER</b>			<b>PIEZAS PEDIDAS</b>	<b>PIEZAS USADAS</b>	<b>DIF. %</b>
CJ5E	8K556	AB	12.016	49.414	24%
FR3E	9U550	BA	32.400	124.110	26%
CJ5E	6C524	AE	109.656	318.606	34%

Tabla 4-3 Acumulado anual ruta SHL. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)

TOP 3 (ANUAL) - RUTA SHR					
PART. NUMBER			PIEZAS PEDIDAS	PIEZAS USADAS	DIF. %
BB5E	9J323	CA	12.108	48.020	25%
CV6T	14A301	BB	17.235	58.976	29%
EJ7E	9A397	BB	48.852	124.110	39%

Tabla 4-4 Acumulado anual ruta SHR. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)

Como se comenta anteriormente, estas piezas se encuentran dentro del rango de nivel de pulsación < 90% pero como se puede comprobar su nivel de pulsaciones en algunos casos no alcanza ni el 10%, y por lo tanto las consecuencias son llamadas de emergencia y que lo pickers a sabiendas de la situación carguen de más en sus viajes para solventar estas deficiencias del sistema.

Tras los primeros análisis y hasta que se encontrara una solución más robusta al problema se decidió realizar una nueva formación a los operarios de montaje en la cual se realizaron lecciones de un solo tema donde se explicaba cómo realizar el proceso.

## Pulsaciones CARD

- Cada vez que se retira una caja vacía debe pulsarse la botonera.
- Si no se pulsa el botón no se llevara material al puesto de uso.
- No apretar el botón antes de acabar una caja.
- Si quedan menos cajas que el mínimo, avisa

Ilustración 4-2 Ejemplo Lección de 1 solo Tema piezas Card. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)

Una vez realizadas las lecciones de un solo tema se prosiguió con los análisis de niveles de pulsaciones para verificar si el proceso podía ser robusto sin necesidad de cambiarlo y los resultados fueron los que se muestran a continuación.

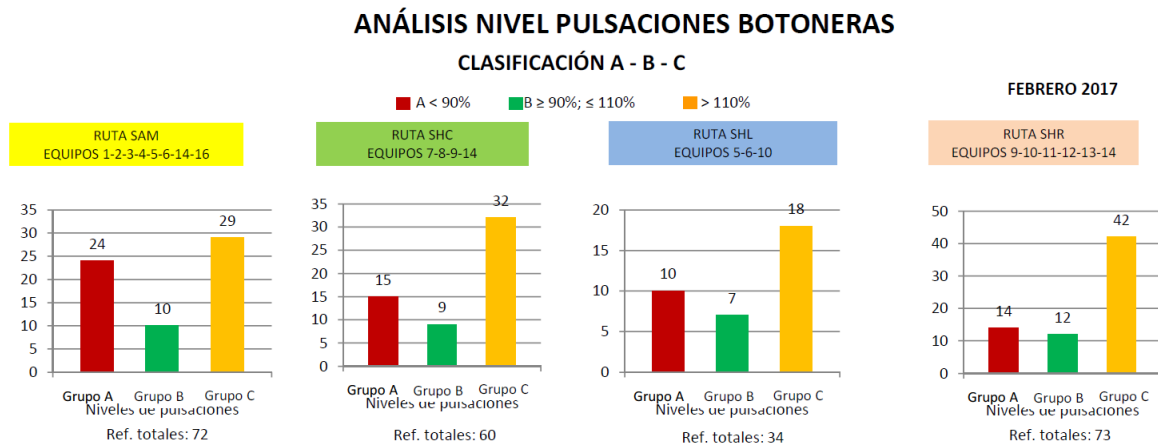


Ilustración 4-3 Análisis Febrero 2017. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)

Tras las emisión de las lecciones de un solo tema y las reuniones que mantuvo el departamento de montaje con sus operarios el resultado obtenido tal y como se muestra en la Ilustración 4-3 Análisis Febrero 2017, no fue el esperado puesto que en lugar de pulsar cuando era necesario las peticiones se vieron disparadas originando un exceso de material en la línea y además, que los pickers en muchas ocasiones volvieran al almacén con cajas puesto que no había espacio en las rampas para depositar el material. Este hecho se considera un desperdicio de recursos puesto que cada vez que un picker coge un material del almacén y no puede depositarlo en la rampa correspondiente debe de volver a depositarlo en su lugar en el almacén antes de sacar nuevamente su lista de pedidos.

Otro factor relevante que afecto a las rutas de las piezas Card fue la introducción de la tornillería en estas rutas lo que aumentó considerablemente la complejidad del proceso puesto que de tornillería existen 73 referencias de las cuales muchas de ellas se encuentran en varios puntos de uso lo que aumenta la complejidad. Además, los operarios de la línea de montaje no estaban acostumbrados a realizar peticiones de tornillería por lo que muchas veces no tenían en cuenta este tipo de material. Este hecho también genero un aumento en las llamadas de emergencia puesto que en algunas referencias pese a ser piezas Card la tornillería tiene mucho consumo por lo que el ciclo de aprovisionamiento debe ser más constante que para otras referencias.

Se siguió con el análisis de los síntomas y en el mes de marzo se observó como muestra la Ilustración 4-4 Análisis Marzo 2017 que los niveles volvían a colocarse por debajo de los niveles óptimos. Por lo que debía seguirse trabajando en la alternativa para solventar esta situación.

### ANÁLISIS NIVEL PULSACIONES BOTONERAS

#### CLASIFICACIÓN A - B - C

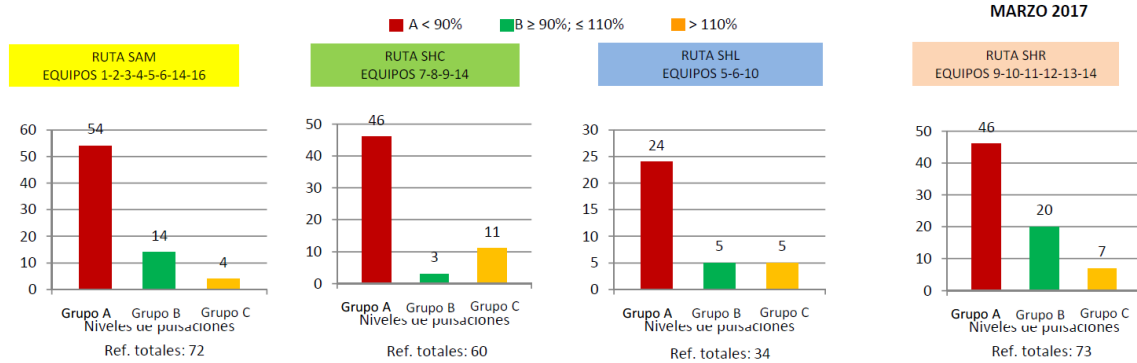


Ilustración 4-4 Análisis Marzo 2017. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)

Otro síntoma que viene derivado de la falta de pulsación es como ya se ha mencionado en algunas ocasiones el exceso de llamadas de emergencia que se registran solo para este tipo de materiales, las referencias tipo Card. Este indicador es una de los que según los estándares de la compañía deben registrarse, controlarse y reducirse. El departamento encargado de gestionar este indicador es MP&L.

Según los estándares de la compañía el nivel de llamadas de emergencia debe situarse en 0,1% de las peticiones realizadas. Esto quiere decir que de cada mil solicitudes de material solo puede haber 1 llamada de emergencia. La situación actual del proceso no ayudaba a cumplir con estos estándares. Hasta el momento no se habían realizado seguimientos de las llamadas de emergencia, se apuntaban pero no se monitorizaban para realizar informes que mostraran la situación actual. Es por ello, que una de las acciones que se realizaron fue la del seguimiento semanal de las llamadas de emergencia con el objetivo de ver su evolución y posteriormente poder, por un lado ver la evolución y por otro lado, comprobar si se cumplían con los estándares de la compañía.

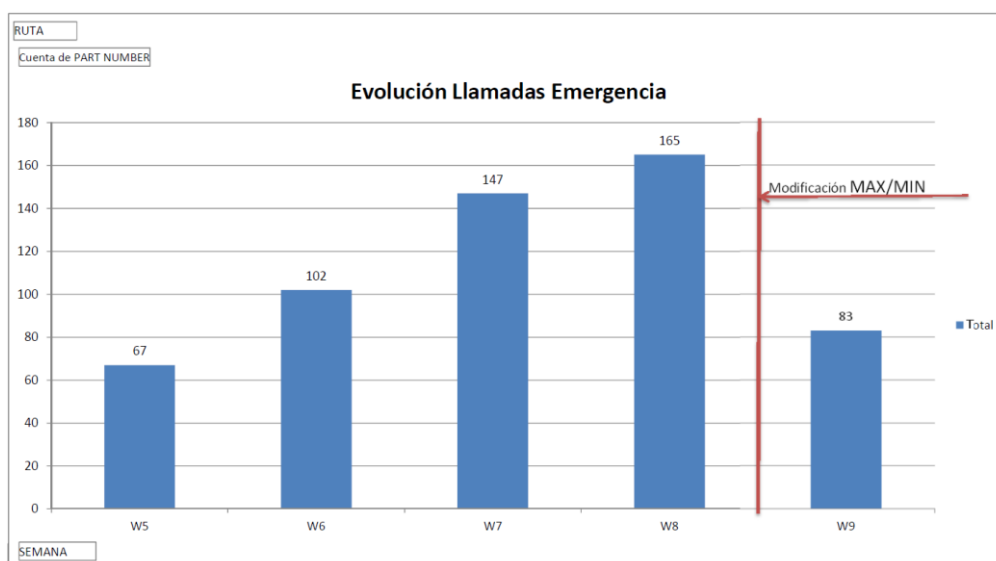


Ilustración 4-5 Análisis llamadas de emergencia Febrero 2017. Fuente: (Documentos internos)

El pico que se observa en las llamadas de emergencia viene dado por el hecho que se ha mencionado anteriormente, la introducción de la tornillería dentro del sistema de abastecimiento tipo Card. Además, este servicio fue modificado y en lugar de venir en rutas cada 3 horas desde el parque de proveedores por parte una empresa proveedora, se pasó a abastecer desde la propia planta.

También, se realizaron modificaciones en los máximos y mínimos de rampas para ajustar estos niveles a la nueva demanda y los nuevos niveles de producción. Esto disminuyó las llamadas de emergencia puesto que los niveles que habían hasta la modificación de los mismos eran para una demanda más plana y en la cual se producían todos los tipos de motores, sin embargo la tendencia fue la producción de una única familia de motores por lo tanto el consumo de esas piezas se vio incrementado y por lo tanto se realizaron dichas modificaciones.

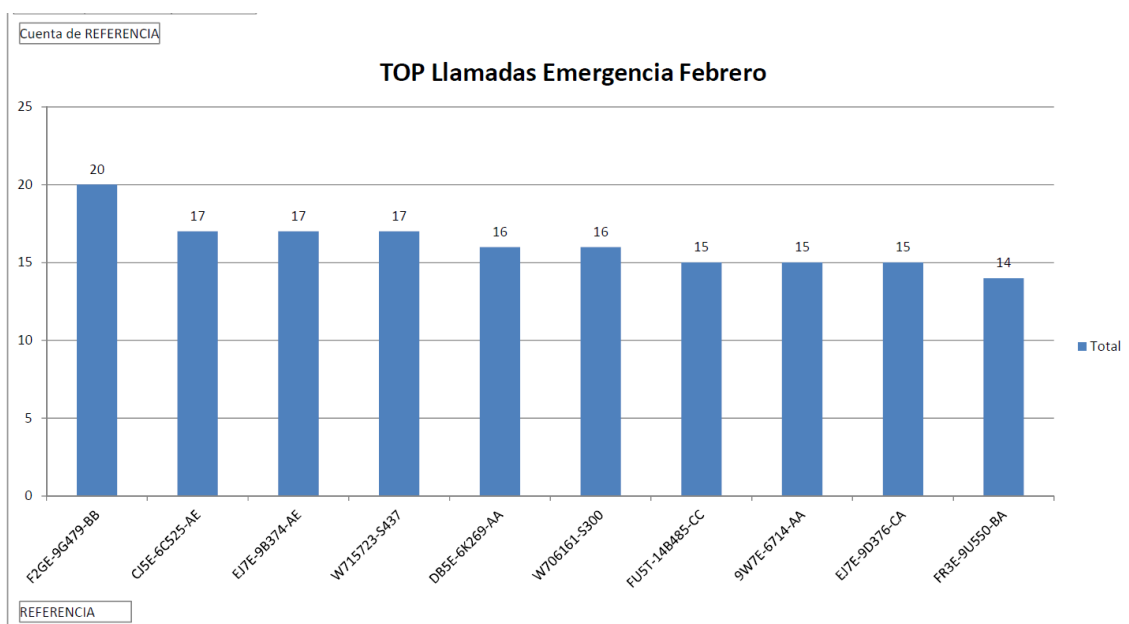


Ilustración 4-6 Top llamadas por referencia Febrero 2017. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)

También, se monitorizaron las referencias que más llamadas de emergencia generaban y de esta forma poder hacer un seguimiento y un análisis más personalizado y encontrar cuales eran las causas de esas llamadas. Estas causas podían venir de la falta de pulsación o por una mala definición de los máximos y mínimos de las rampas, es por ello que se analizaron una a una cada referencia para poder solventar dichos problemas.

### 4.3 Identificación causas Raíz a través del Diagrama de Ishikawa

Tras la realización de los pasos mencionados en 3.2 Diagrama de Ishikawa se llegó al diagrama que se representa en la siguiente imagen, donde se representaron las causas más relevantes.

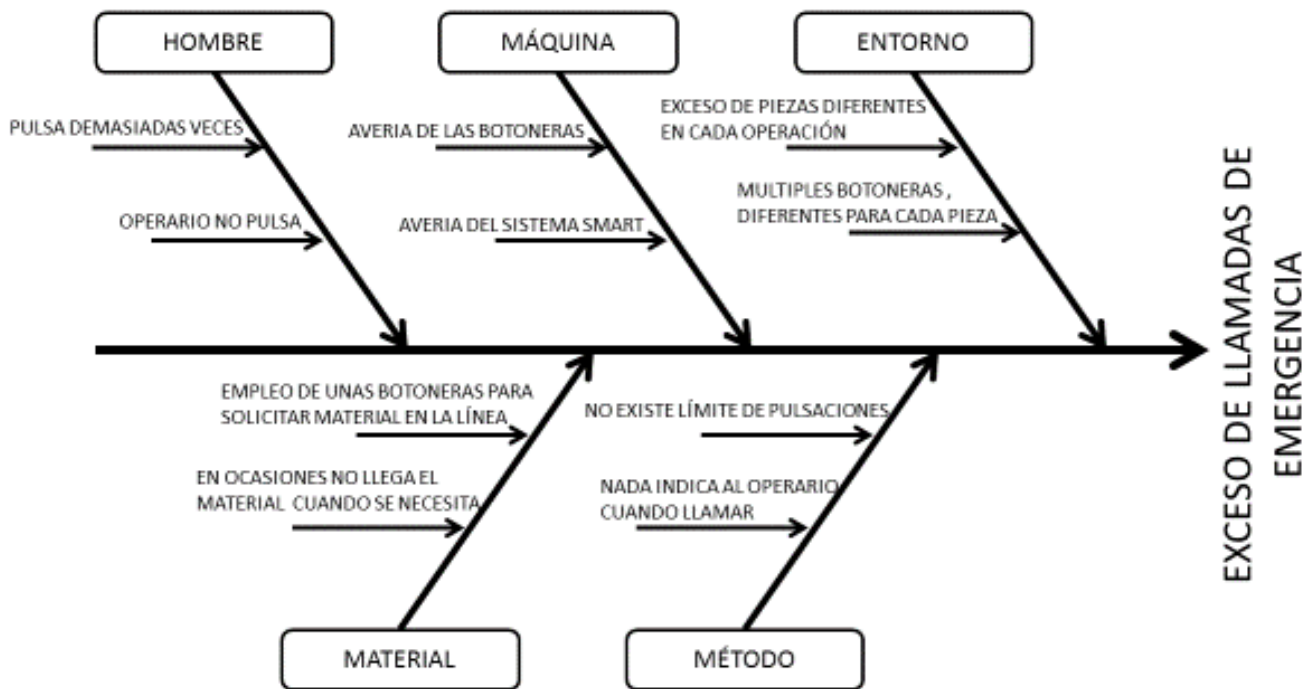


Ilustración 4-7 Diagrama de Ishikawa. Fuente: (Elaboración propia)

Se establecieron 5 causas raíz al problema encontrado, el exceso de llamadas de emergencia. Estas 5 causas son el hombre, la máquina, el entorno de trabajo, el material y el método de proceder. Una vez se identificaron las 5 causas raíz se procede al desarrollo de las sub-causas que dan lugar al problema. A continuación se detallan más en profundidad cada una de ellas.

En primer lugar el hombre, en este caso el operario de la línea de montaje, las causas que derivan de los operarios son por un lado que no pulsan el botón cuando deben solicitar la pieza y por otro lado que lo hacen en exceso como se ha visto en el apartado anterior 4.2 Descripción de incidencias/observaciones/síntomas.



---

La segunda causa analizada es el material, como se suministra este material y el porqué de los problemas asociados. Hay ocasiones en las que el material no llega a la línea y viene derivado de la falta de pulsaciones.

La tercera causa que se muestra en la Ilustración 4-7 Diagrama de Ishikawa es la máquina, esta causa hace referencia a las botoneras mediante las cuales se realiza la solicitud del material. Existen dos posibles causas que generen un exceso de llamadas por el hecho de que no funcionen las botoneras, por un lado puede ser que se queden sin pilas y no funcionen y por otro lado que el sistema de gestión de las peticiones se caiga y por lo tanto no se registren las peticiones en el sistema.

La cuarta causa raíz hace referencia al método de solicitud, existen dos causas que hacen que este método no sea robusto, por un lado nada indica al operador cuando llamar salvo la explicación de su hoja estándar de trabajo (QPS), donde indica que las piezas card se pulsa cada vez que se consume una caja. Y por otro lado, no existe un límite de pulsaciones lo que genera que hay veces que el operario se da cuenta de que no ha pulsado anteriormente y realiza dos peticiones seguidas, esto en el cómputo global nivela las peticiones y el uso pero este material llegará tarde pudiendo haberse generado ya una llamada o en su peor caso una parada de línea.

Finalmente, la causa derivada del entorno de trabajo, es cierto que en cada puesto de trabajo los operarios pueden tener hasta 6 botoneras para los distintos materiales que se montan en su puesto de trabajo. Este hecho ocasiona que se equivoquen y pulsen en la botonera que no toca y este hecho ya es más un fallo del entorno de trabajo que satura al operario que del mismo operario que no realiza su tarea.

Por lo tanto, una vez analizadas las distintas causas raíz del problema se debe proponer una solución lo bastante robusta que mejore considerablemente la situación actual y se haga de forma consensuada. De esta forma si todos los involucrados en el problema observan una mejoría se podrá llevar a cabo de la forma más rápida posible. Y esta mejora deberá atacar en primer lugar la causa del factor humano, ya que actualmente todo el suministro depende del buen hacer de los operarios que ya tienen bastantes tareas asociadas a su proceso productivo. Y por otro lado mejorar, el entorno de trabajo haciendo el trabajo más sencillo para estos operarios. De la misma forma se verían afectados positivamente los operarios de Acciona que se encargan del aprovisionamiento a la línea ya que no habría tensión entre ambas estructuras que actualmente existe debido a que según cada estructura realiza correctamente su trabajo.

---

#### 4.4 Modelo A3 para la resolución del problema encontrado

En ocasiones, para poder dar un punto de vista más objetivo a un problema que estamos tratando de resolver, necesitamos escribirlo. El simple hecho de plasmar el problema en un papel, nos puede ayudar a pensar sobre la cuestión, quizás de diferente manera, y nos da la oportunidad de realizar la declaración del problema de múltiples maneras.

Realizar la expresión escrita de un problema, también nos ofrece la oportunidad de documentar las soluciones y los diferentes pasos necesarios para resolverlo, con el objetivo de acabar compartiéndolo con los demás, para recibir también sus aportaciones y su feedback. Esa información compartida y esas aportaciones son las que más tarde nos permitirán construir soluciones.

La idea cuando realizamos un A3 es resumir los aspectos necesarios y suficientes para resolver un problema, pero utilizando un enfoque más sencillo, tratando de abarcar toda aquella información que sea esencial, y que nos permita comunicar lo importante al resto de personas, esa parte central de la resolución de problemas y la toma de decisiones.

Por lo tanto, empleando esta herramienta conseguimos centrar a todos los implicados en el problema y es más sencillo captar la atención de los implicados usando un lenguaje claro y directo sin muchos idas y venidas, puesto que en el formato del A3 el espacio es limitado y esto hace que nos centremos directamente en lo relevante y lo que realmente queremos remarcar.

Por este motivo, el documento que se aporta a continuación se empleó para presentar la situación actual y como poder mejorarla. Se muestra en primer lugar los fundamentos que dan pie al problema y se describe la situación actual. Se marcan a continuación los objetivos que se pretenden alcanzar para mejorar el problema. Se realiza un análisis de la situación actual para poder encontrar las causas raíz del problema, en este caso se realizó un diagrama de Ishikawa. Y el siguiente paso es mostrar el plan de acción o la propuesta de mejora que haría reducir este problema o eliminarlo. Finalmente, se establecen los actores que intervendrán en la elaboración y seguimiento de esta mejora y para concluir se realiza un seguimiento pautado de forma que se puedan comprobar los indicadores establecidos previamente en los objetivos.



## Título: Exceso de llamadas de emergencia

Fecha: 06/03/2017  
Autores: Carlos Carmona Argudo

**Fundamentos:** Existe una problema con el suministro de piezas CARD a la línea que genera un exceso de llamadas de emergencia.

**Descripción del problema, situación actual:** Actualmente, se debe pulsar una botonera cada vez que el operario consume una caja en el punto de uso. El principal problema es el uso de estas botoneras, ya que no se están utilizando correctamente. El operario hay veces que no pulsa lo que debería y en otras ocasiones pulsa en exceso, esto genera tanto llamadas de emergencia por falta de material, como exceso de material en la línea.

**Objetivos:** el objetivo del proceso de implementación es la reducción de las llamadas de emergencia, alcanzando el objetivo establecido según los estándares de la organización de un 0,1% de llamadas de emergencia por cada 100 solicitudes. Por otro lado, la reducción de material en la línea fijando el máximo de material en las rampas.

**Análisis:** durante los últimos meses se ha realizado un seguimiento, tanto de las llamadas de emergencia como de las pulsaciones que se realizaban para la petición de material. Los resultados que se generaron dieron pie al estudio del problema. Además, se realizó un diagrama de Ishikawa para plasmar las causas del problema.



**Propuesta de acción:** La iniciativa consiste en implantar un sistema automático de petición de material, conocido dentro de la organización como Auto-Call, que generaría las peticiones de las cajas sin necesidad de pulsación por parte del operario. De esta manera se reduce la carga de trabajo del operario en el sentido que se suprimen las pulsaciones. Así se elimina la variabilidad del proceso de peticiones y el sistema es más estable. Además, se podría reducir las llamadas al operario 7000, encargado de las emergencias.

Para la realización de la propuesta, se requiere la modificación del software actual de los ordenadores de secuencia. Esta modificación captará el código WERS de cada motor que pase por la línea y lo enviará en el formato requerido por SMART para este fin. Por lo tanto, la inversión es mínima puesto que solo se debe modificar el software existente. Una vez SMART recibe la información necesaria esta aplicación se encarga de gestionar la cantidad de material que hay en la línea y en el almacén y descuenta las piezas en cada uno de los motores, y envía las solicitudes cuando es necesario.

**Plan de acción:** en el plan de acción se involucra a diferentes departamentos.

- MP&L: Proceso de seguimiento del desarrollo y la implantación del software mediante reuniones semanales, introducción de las piezas en el sistema antes del mes de junio, realización del test y seguimiento del proceso de implantación.
- Montaje: formar nuevamente a los operarios para que realicen la tarea correctamente, este proceso debe realizarse en la primera semana de Abril.
- Controles/Sistemas: Realizar reuniones semanales con el proveedor hasta la implantación del software.

**Seguimiento:** Mantener el seguimiento de las distintas piezas durante los primeros días/semanas/meses de implantación. Se debe reducir las llamadas de emergencia de las piezas CARD y tornillería.

Ilustración 4-8 Modelo A3. Fuente: (Elaboración propia)

---

## 4.5 Conclusiones

De este capítulo puede concluirse que existe un problema derivado del actual sistema de peticiones de material a la línea, este problema ocasiona un exceso de llamadas de emergencia que es, por tanto, el problema a resolver. Este problema se ha documentado y se ha analizado a través de los niveles de pulsaciones de cada una de las referencias y por otro lado se ha monitorizado el número de llamadas de emergencia que hay actualmente en la línea. A través, de estos datos se ha dado forma al problema y se han evidenciado su situación.

Por otro lado, se han buscado las causas raíz de este problema mediante una herramienta como es el diagrama de Ishikawa, una vez analizadas y encontradas las causas del problema se tiene una base sobre la que fundamentar las posibles mejoras que se plantearan en el siguiente capítulo.

Finalmente, para mostrar este problema de una forma sencilla y visual, y sobretodo efectiva se empleó el diagrama A3 que aporta claridad al problema y permite presentar la información a cada uno de los implicados fácilmente.

Así pues, en el próximo capítulo se presentaran las posibles oportunidades de mejoras que existen para mejorar el problema y se elegirá la más óptima para su implantación final.

## 5 Oportunidades de Mejora

### 5.1 Introducción

Ante lo explicado anteriormente, la planta decide implantar un nuevo sistema de peticiones de material. Este nuevo sistema ya se utiliza en otras plantas de la compañía, su nombre es Auto-Call. Y este sistema realiza las peticiones de forma automática, sin participación del operario.

### 5.2 Sistema de petición automática: Auto-Call

A continuación, se muestra cómo funciona el sistema Auto-Call para realizar las peticiones de las piezas. El sistema trabaja con la combinación de dos aplicaciones, por un lado el sistema SMART, que se trata de un sistema que gestiona el aprovisionamiento dentro de la planta y se trata de un sistema corporativo de la compañía. Y por otro lado, del sistema CMMS3 que es el sistema de información que se utiliza en Ford para gestionar todos los movimientos, trazabilidad, control de producción, proveedores, etc. El sistema SMART descarga diariamente el Bill of Materia (BOM) de CMMS3 y de esta forma el sistema conoce diariamente el estado de las piezas que monta cada motor. Por otro lado, SMART tiene definida en su base de datos todos los puntos de uso de la línea y las piezas existentes, además de la cantidad que se monta en cada punto de uso.

Por otro lado, se debe de disponer de ciertos puntos de lectura para enviar a la aplicación desarrollada para el Auto-Call la información de los motores que pasan por la línea de montaje y de esta forma poder vincular motores y piezas.

Una vez se tienen estos dos aspectos, el sistema envía a SMART los motores que pasan por cada punto de lectura y asocia esos puntos de lectura con sus puntos de uso asociados. Y si el número de motores es el mismo al número de piezas de una caja, realiza la solicitud de material.

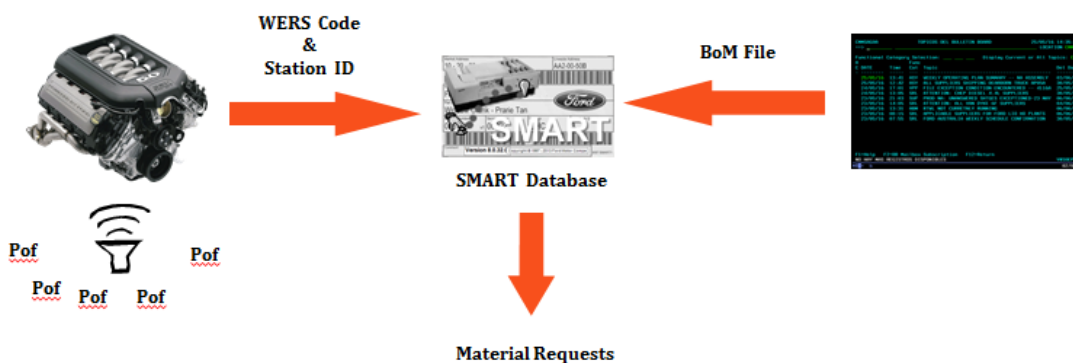


Ilustración 5-1 Funcionamiento sistema interno Auto-Call. Fuente: (Elaboración propia)

---

### 5.3 Posibles Oportunidades de Mejora

El sistema Auto-Call es la solución evolutivamente ideal para la petición de piezas en la línea de montaje. Ya que al emplear dicho sistema se reduce la variabilidad del proceso al eliminar el factor humano dentro de las peticiones. Las peticiones se realizan automáticamente sin necesidad de pulsación. Además, va en la línea de las principales ideas tanto de la compañía como de la filosofía del *lean manufacturing* que consisten en reducción de stocks en línea y disponer del material justo en el momento que se necesita, “Just In Time”.

Además, también se genera un beneficio en el operario que ya no debería de estar pendiente de la pulsación de la botonera cuando necesitara solicitar material eliminando así carga de trabajo de los mismos. También se produciría una mejora ergonómica en el puesto de trabajo, ya que al ser el espacio reducido las botoneras no siempre se encuentran en un lugar cómodo para su utilización. Por este motivo al eliminar la tarea de pulsación los operarios no deberán de realizar dicho movimiento.

También, se reduciría el gasto que generan las botoneras, puesto que se trata de material que funciona con pilas estas se gastan y en la planta existen más de 150 botoneras solo destinadas a las piezas card. Por lo tanto, eliminando las botoneras se reduciría el consumo energético derivado de su utilización.

Finalmente, también tendría consecuencias económicas de modo que al reducirse las llamadas de emergencia se podría prescindir de un empleado que actualmente se dedica exclusivamente a esta función. Esto permitiría reubicar a esta persona en tareas que aportaran realmente valor añadido al proceso, puesto que suplir fallos no aporta valor y es más considerado como un desperdicio, y como se mencionó anteriormente la filosofía *lean* va en contra de todo desperdicio.

### 5.4 Categorización y Priorización de Opciones

A continuación, se muestran las distintas alternativas que se plantearon para llevar a cabo la implantación del nuevo sistema de petición automática, Auto-Call. Para la elección de dichas alternativas se realizaron reuniones entre los distintos departamentos involucrados, sistemas, controles, montaje y MP&L, para llegar a las mejores opciones de implantación y que las alternativas que posteriormente se planteasen a la gerencia para llevar a cabo la implantación tuvieran el mayor consenso posible dentro de los distintos departamentos.

#### 5.4.1 Alternativa 1: Cambiar Sistema de gestión de la información. Módulo QTS

La primera alternativa planteada fue la siguiente, en otras plantas de FORD en las cuales está implantada esta aplicación utilizan un sistema llamado QTS que tiene la capacidad y tecnología suficiente para implantar el proceso del Auto-Call, sin embargo la planta de Valencia, al tratarse de una de las primeras plantas de motores en Europa, no cuenta con este módulo que es relativamente nuevo en comparación con la antigüedad de la planta de Valencia. Así pues, para implantar este módulo debería cablearse nuevamente toda la línea de montaje así como invertir en nuevos PC's. Esta alternativa requiere una inversión considerable un tiempo de realización considerablemente elevado.

#### 5.4.2 Alternativa 2: Utilización de PLC's de la línea

En segundo lugar, y la opción más fiable y aconsejable desde el punto de vista técnico sin tener acceso al módulo QTS, es el uso de lectoras en cada uno de los puntos de uso. Por ello se planteó la opción de utilizar unos PC's que se encuentran en cada punto de uso, operación. El inconveniente que se encontró al plantear esta situación, es que por parte del departamento de sistemas se informó que dichos PC's estaban altamente saturados y por lo tanto incluir un nuevo software en estos PC's podría ralentizar su uso y provocar la caída de los mismo parando la producción. Como derivación de esta aplicación se propuso por parte del departamento de sistemas que se utilizara únicamente el PC que existe al principio de la línea y así no estaría tan saturado el sistema.

#### 5.4.3 Alternativa 3: Utilización PC's de secuenciación

La tercera alternativa consiste en la utilización de los ordenadores destinados a las secuencias, como se mencionó anteriormente existe un tipo de suministro a la línea de ensamblado que se realiza mediante la secuenciación de piezas. Para este proceso se dispone en la línea de unos lectores a lo largo de la línea que definen que motor está pasando por la línea en un momento dado. La solución que se plantea es utilizar estos lectores para mandar a SMART los motores que pasan por cada tramo de la línea asociados a esa lectora. Con este sistema se evita la instalación de un nuevo hardware y exclusivamente se realiza una modificación del software existente con los requerimientos establecidos.

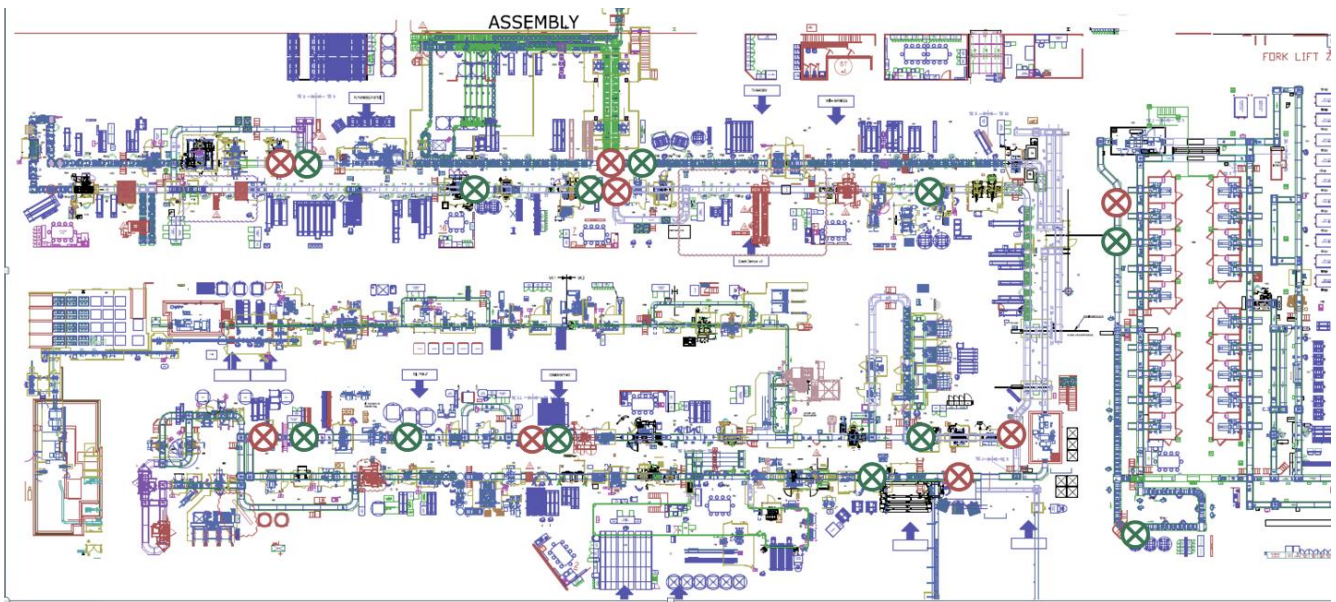


Ilustración 5-2 Lay-out Línea de montaje. Fuente: (Documentos internos Ford Motor Company)

Los puntos señalados con el color verde equivalen a los puntos en los cuales existen actualmente lectores de secuencia y los puntos rojos son aquellos puntos en los cuales se necesitaría punto de lectura.

#### 5.4.4 Criterio de selección (Modelo AHP)

Para la selección de la alternativa más óptima para implantar la nueva aplicación en la planta se lleva a cabo un método de decisión multi-criterio, conocido como AHP. Para la realización de este método se deben categorizar los criterios y ponderarlos debidamente.

Los criterios establecidos para valorar las distintas alternativas fueron los siguientes: Precio, tiempo de implantación, complejidad y funcionalidad. A cada uno de ellos se les otorga un peso, esto se recoge en las siguientes tablas.

Criterio 1	Precio
Criterio 2	Tiempo de implantación
Criterio 3	Complejidad de la solución
Criterio 4	Funcionalidad

Tabla 5-1 Criterios definidos. Fuente: (Elaboración propia)

En base a estos criterios se estableció que el precio era extremadamente preferible a los criterios de tiempo y complejidad. El criterio de tiempo era entre muy fuerte y extremadamente preferible al criterio de complejidad. Y finalmente el criterio funcionalidad se estableció entre fuerte y muy fuertemente preferible que los criterios precio, tiempo y complejidad.



Planteamiento verbal de la preferencia	Calificación Numérica
Extremadamente preferible	10-9
Entre muy fuerte y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Tabla 5-2 Escala de preferencias. Fuente: ("El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para toma de decisiones en la selección de proveedores")

#### 5.4.4.1 Ponderación de alternativas

A continuación, se muestran las tablas realizadas en función de los criterios seleccionados, para la realización de estas tablas se evaluaron los criterios y las alternativas individualmente.

En esta primera tabla que hace referencia al criterio de precio, se valoró positivamente que la alternativa fuera lo más barata posible sin tener en cuenta ningún otro criterio. Es por ello que la alternativa 3 que corresponde a la utilización de los Pc's de secuencia, así como de sus lectoras es la más valorada. La alternativa 3 es fuertemente preferible a la alternativa 1, por ello es valorado con 10 puntos. Del mismo modo que se considera entre fuerte y extremadamente fuerte frente a la opción 2. Mientras que la alternativa 2 es preferible en cuanto a precio a la alternativa 1.

CRITERIO 1: PRECIO							
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz Normalizada			Valor promedio
Alternativa 1	1	0,2	0,1	0,0625	0,021739	0,081633	0,0552906
Alternativa 2	5	1	0,125	0,3125	0,108696	0,102041	0,1744122
Alternativa 3	10	8	1	0,625	0,869565	0,816327	0,7702972
SUMA	16	9,2	1,225				

Tabla 5-3 Criterio precio. Fuente: (Elaboración propia)

El segundo criterio valorado es el tiempo de implantación, este criterio hace referencia al desarrollo de la aplicación, la implantación en producción y, así como, el tiempo en el que se verían los primeros resultados. Es por ello que la alternativa 3 que consiste en reutilizar los medios disponibles se considera fuertemente preferible a las alternativas 1 y 2 que su tiempo de implantación, sobretodo en el caso de la alternativa 1 sería mucho más largo, puesto que debería migrarse a otro sistema de gestión y toda la planta se vería involucrada. Del mismo modo la alternativa 2 se considera entre fuerte y muy fuertemente preferible frente a la alternativa 1.

CRITERIO 2: TIEMPO							
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz Normalizada			Valor promedio
Alternativa 1	1	0,166666667	0,111111111	0,0625	0,016393	0,090909	0,0566008
Alternativa 2	6	1	0,111111111	0,375	0,098361	0,090909	0,1880899
Alternativa 3	9	9	1	0,5625	0,885246	0,818182	0,7553092
SUMA	16	10,16666667	1,222222222				

Tabla 5-4 Criterio tiempo. Fuente: (Elaboración propia)

El tercer criterio evaluado, según las directrices de la gerencia, es la complejidad de la aplicación y del desarrollo del proyecto. Esto quiere decir que no se debía de destinar unos recursos elevados en el desarrollo de este nuevo proceso. La finalidad de este proceso era dotar de robustez a un proceso y esto debía lograrse con la mínima complejidad. Es por ello que se valoró con 7 puntos como muy fuertemente preferible la opción de reutilizar un sistema que se conoce su funcionamiento y que actualmente no daba ningún problema, así como realizarlo por un proveedor que ya había manipulado dichos sistemas.

CRITERIO 3: COMPLEJIDAD							
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz Normalizada			Valor promedio
Alternativa 1	1	0,2	0,142857143	0,076923	0,02439	0,111111	0,0708081
Alternativa 2	5	1	0,142857143	0,384615	0,121951	0,111111	0,2058926
Alternativa 3	7	7	1	0,538462	0,853659	0,777778	0,7232993
SUMA	13	8,2	1,285714286				

Tabla 5-5 Criterio complejidad. Fuente: (Elaboración propia)

Finalmente, el último criterio establecido para evaluar la solución a emplear fue la funcionalidad de la aplicación en el futuro de la planta. Esto quiere decir que la solución empleada a largo plazo no debiera modificarse o aportara más valor a otros procesos. Es por ello que la opción de migrar a otro sistema de gestión de información interno como es el QTS que se está introduciendo en las nuevas plantas de motores de la compañía, se considerase como la opción más favorable.

CRITERIO 4: FUNCINABILIDAD							
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz Normalizada			Valor promedio
Alternativa 1	1	7	8	0,788732	0,861538	0,470588	0,706953
Alternativa 2	0,142857143	1	8	0,112676	0,123077	0,470588	0,2354471
Alternativa 3	0,125	0,125	1	0,098592	0,015385	0,058824	0,0575999
SUMA	1,267857143	8,125	17				

Tabla 5-6 Criterio funcionalidad. Fuente: (Elaboración propia)

Una vez valoradas cada una de las alternativas de forma individual por los criterios establecidos, se pasa a la valoración de cada uno de estos criterios entre sí. Dotando a cada uno de los criterios un peso según la Tabla 5-7 Ponderación de criterios. Se observa que el criterio más importante dada la situación del proceso y la compañía es el precio, el objetivo es solucionar la situación actual con los menores recursos económicos.

PONDERACIÓN CRITERIOS									
	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Matriz Normalizada				Valor promedio
Criterio 1	1	10	10	0,2	0,16129	0,583942	0,4	0,130435	0,32
Criterio 2	0,1	1	8	0,166666667	0,016129	0,058394	0,32	0,108696	0,13
Criterio 3	0,1	0,125	1	0,166666667	0,016129	0,007299	0,04	0,108696	0,04
Criterio 4	5	6	6	1	0,806452	0,350365	0,24	0,652174	0,51
SUMA	6,2	17,125	25	1,533333333					

Tabla 5-7 Ponderación de criterios. Fuente: (Elaboración propia)

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	TOTAL
Alternativa 1	0,055290594	0,056600845	0,070808144	0,70695303	39%
Alternativa 2	0,174412156	0,188089916	0,205892572	0,235447072	21%
Alternativa 3	0,770297249	0,75530924	0,723299284	0,057599898	40%
PONDERACIÓN	0,318916678	0,125804711	0,043030989	0,512247622	

Tabla 5-8 Criterio de selección. Fuente: (Elaboración propia)

#### 5.4.5 Conclusión modelo AHP

Finalmente, tras la realización del método AHP para la selección de alternativas. Se llega a la conclusión que la alternativa que más se ajusta a las necesidades actuales de la compañía, en lo que respecta a resultados rápidos y sin una inversión elevada, es la alternativa 3 tal y como se muestra en la Tabla 5-8 Criterio de selección que consiste en la utilización de los PC's de secuencia. A partir de este momento, con la alternativa seleccionada el proyecto ya tiene un objetivo sobre el cual se trabajará.

---

## 5.5 Conclusiones

Por lo tanto, se puede observar como existen posibilidades para mejorar el actual sistema, se han realizado análisis de distintas formas de implementar una solución como es el sistema de Auto-Call y se han valorado. Tras este proceso una vez seleccionada la alternativa que más se ajusta a las necesidades de la empresa se aborda en los siguientes capítulos el desarrollo de esta aplicación y de su puesta en marcha. Así como, los avances realizados en el proyecto una vez introducido el sistema en producción.

## 6 Planificación del Proyecto de Mejora

### 6.1 Introducción

Tras la realización del AHP se procede a la explicación detallada de la alternativa seleccionada. La selección fue tal y como se menciona anteriormente al opción 3 que consiste en la utilización de las lectoras de la secuencia y sus PC's asociados para la implantación de la aplicación de Auto-Call. Como se mencionó las distintas lectoras que están asociadas a cada uno de los PC's de secuencia que leen los motores que pasan por ellas. Esta lectura se procesa a través del PC y se estructura la información para ponerse en contacto con la aplicación de Auto-Call.

### 6.2 Plan de Implantación

#### 6.2.1 Introducción.

A continuación, se va a detallar más en profundidad la alternativa seleccionada y se amplía la información que se aportó de la misma en el 5.4.3 Alternativa 3: Utilización PC's de secuenciación.

Como ya se ha comentado, se emplearan para la implantación del sistema de petición automática los Pc's y las lectoras que actualmente se emplean para la secuenciación de piezas a la línea. Para dicha tarea existen actualmente 3 Pc's. El primero situado en la operación 880 de la línea de montaje y que se emplea para montar la tapa del árbol de levas. El segundo Pc que se encuentra en la operación 1080 y en ella se monta la tapa frontal. Finalmente, en la operación 1613 se encuentra el Pc de secuenciación del cableado del motor.

Cada uno de estos Pc's tienen asociadas 3 lectoras como la que se muestra en la Ilustración 6-1 Lectora de secuenciación. Fuente: (Elaboración propia), estas lectoras se emplean para gestionar la trazabilidad de los motores en la línea y además se emplean para añadir en las pastillas que llevan asociados los motores las tareas que se le han realizado. Estos tres puntos de lectura se conocen como punto de inicio de secuencia, que envía el orden de paso de los motores al ordenador del almacén donde secuencian las piezas. El segundo punto de lectura se conoce como punto de secuencia segura, y sirve para ordenar en el monitor del punto de uso la lista de secuenciación. Finalmente, el último punto de lectura llamado punto de uso que verifica que el motor y el listado concuerdan. Estas lectoras están conectadas a través de cables a los PLC's de la línea y los Pc's de secuencia a través de un *sniffers* software que sirve para seleccionar datos de otros Pc's capan la información que necesitan para realizar su tarea.

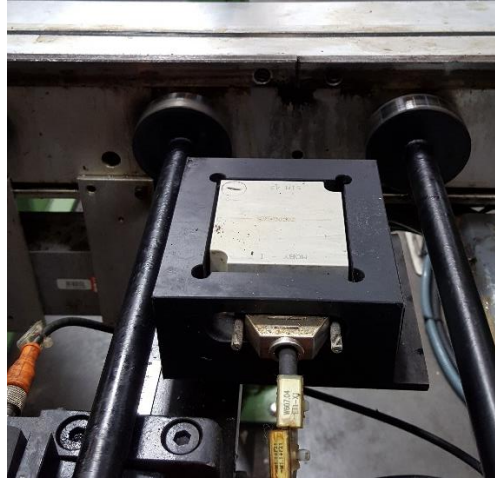


Ilustración 6-1 Lectora de secuenciación. Fuente: (Elaboración propia)

A continuación, se muestra en la Tabla 6-1 Ubicación y asignación de puntos de lectura. Fuente: (Elaboración propia) los puntos de lectura existentes y los Pc's a los que están asociados. Actualmente, existen únicamente 3 Pc's de secuenciación activos, anteriormente se disponía de un cuarto Pc para la secuenciación del cárter pero este Pc fue desmantelado al reducirse la complejidad de la pieza puesto que se modificó para que todos los motores de una misma familia llevaran el mismo tipo de cárter.

Pc de secuenciación	Lectoras Asociadas
Tapa Árbol de Levas OP 880	OP 580 OP 760 OP 880
Tapa Frontal OP 1080	OP 760 OP 1010 OP 1080
Cableado OP 1613	OP 1405 OP 1610 OP 1613

Tabla 6-1 Ubicación y asignación de puntos de lectura. Fuente: (Elaboración propia)

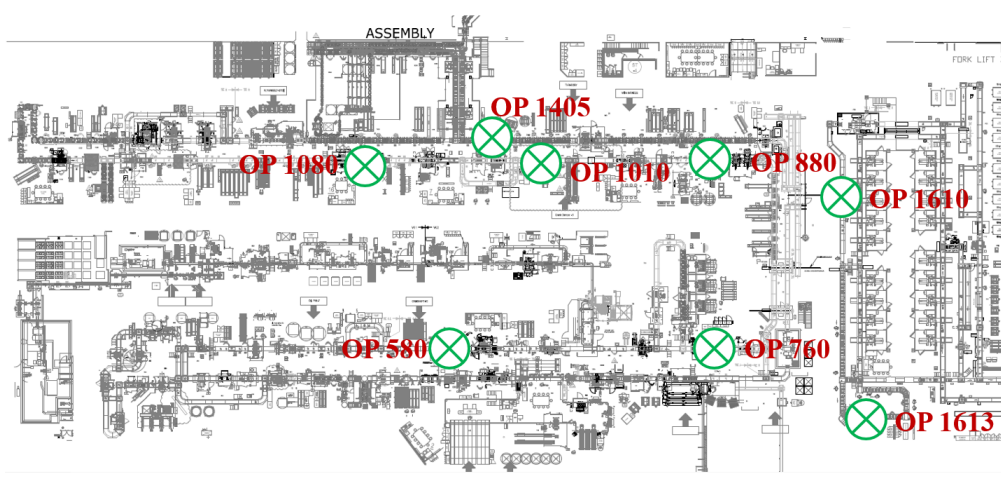


Ilustración 6-2 Ubicación lectoras disponibles. Fuente: (Documentación Interna Ford España)

Una vez conocemos el funcionamiento del sistema que vamos a emplear para nuestro nuevo proceso de aprovisionamiento se continua con la explicación de cómo funcionara este nuevo sistema y como se aprovechará los elementos ya disponibles. En primer lugar, se debe establecer los puntos de lectura que se necesitan para gestionar la trazabilidad de los motores.

Una posible opción sería tener únicamente un punto de lectura al inicio de la línea, con este único punto bastaría para saber los motores que hay actualmente en la línea, sin embargo al tratarse de una línea larga desde el inicio hasta el final de la misma pueden haber más de 1000 motores lo que dificulta considerablemente el proceso puesto que el material de las últimas posiciones de la línea se repondría con demasiada antelación incluso si se modificara el mix puede que las piezas que en ese momento se suministra no fueran las mismas que se necesitan en ese momento, por este motivo se descartó la utilización de un único punto de lectura. Esto se muestra en la Ilustración 6-3 Lectora al inicio de línea. Fuente: (Documentos Internos Ford España).

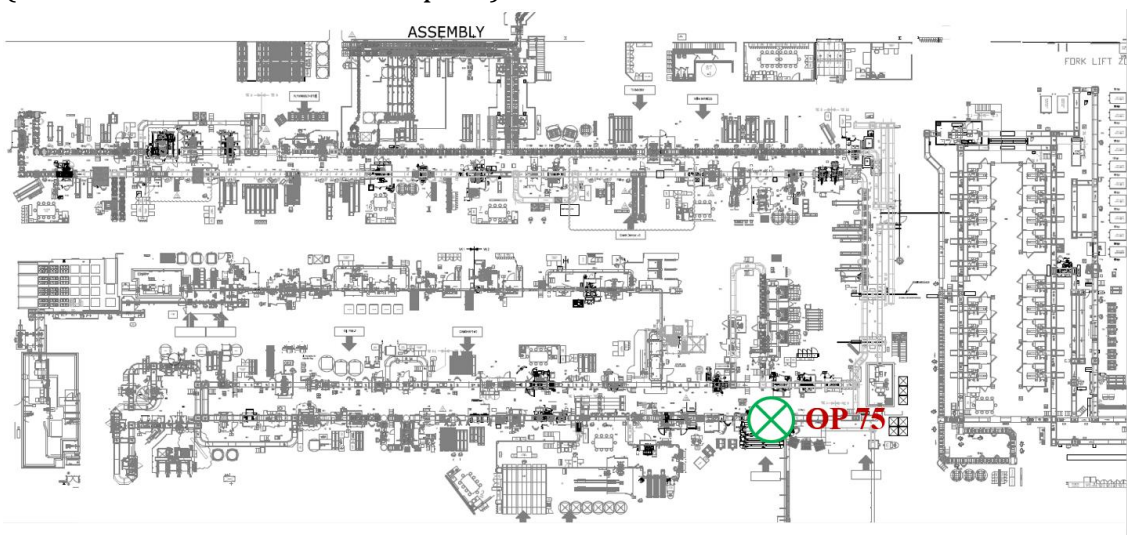


Ilustración 6-3 Lectora al inicio de línea. Fuente: (Documentos Internos Ford España)

La opción mencionada anteriormente además, necesitaría de la instalación de hardware, en este caso cablear la operación 75 al Pc de secuencia más cercano, en este caso el Pc de secuencia del cableado, para poder enviar los datos al sistema SMART.

Otra opción posible mediante la utilización de los Pc's de secuencia era utilizar exclusivamente un punto de cada una de las lectoras concretamente los puntos de lectura de inicio de secuencia, sin embargo este formato de trabajo de 3 puntos de lectura se descartó puesto que en la línea existen lazos de re-trabajos donde un motor puede ser modificado puesto que se le realice un re-trabajo o pueda estar en stand-by durante horas y de esta forma se pierde la trazabilidad de los motores y no se corresponderían las lecturas y los descuentos de material con los motores que pasan por la línea. Esto se muestra en la Ilustración 6-4 Lectoras de inicio de secuencia de cada Pc. Fuente: (Documentos Internos Ford España).

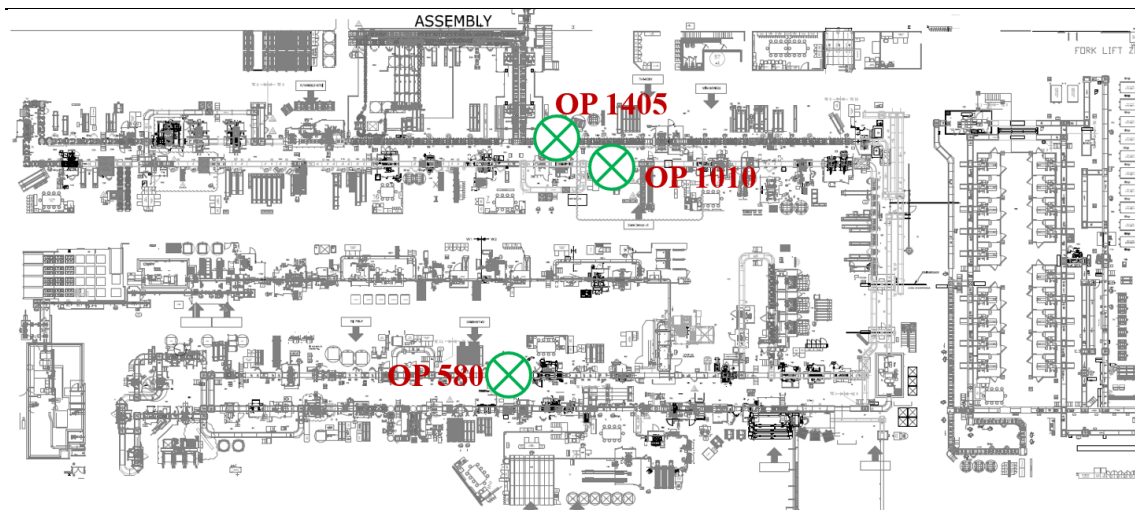


Ilustración 6-4 Lectoras de inicio de secuencia de cada Pc. Fuente: (Documentos Internos Ford España)

Finalmente, la última opción y la que finalmente se llevó a cabo era la de emplear un punto de lectura después de cada lazo de reparación y además cablear un punto del inicio de la línea, concretamente la operación 75, y de esta manera trazar toda la línea. En la siguiente Ilustración 6-5 Lectoras y conexiones a los Pc's. Fuente: (Documentos Internos Ford España) se muestra los puntos de lectura que se emplearon y sus conexiones a los Pc's.

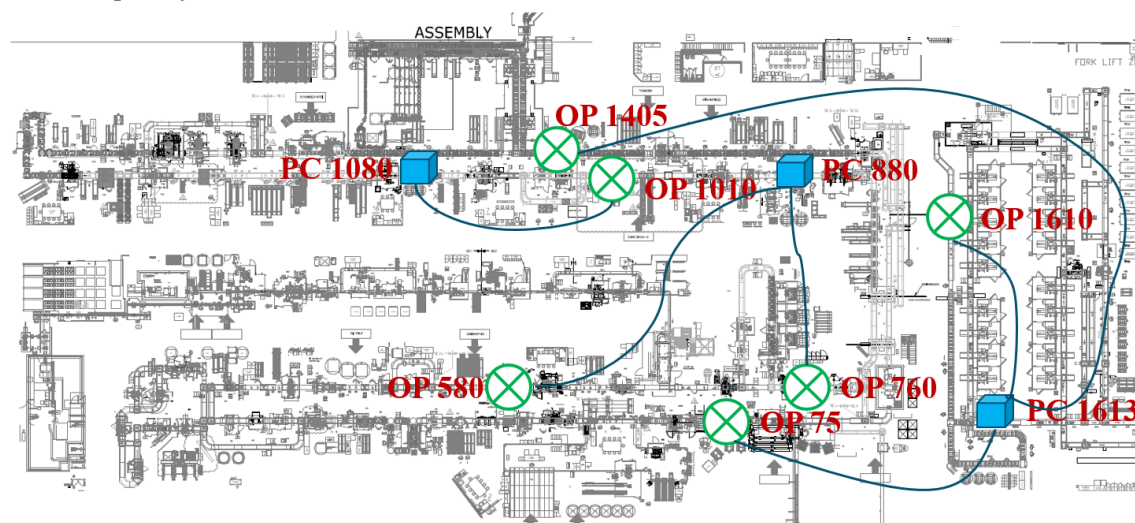


Ilustración 6-5 Lectoras y conexiones a los Pc's. Fuente: (Documentos Internos Ford España)

Para la conexión de inicio de línea de la operación 75 hasta el Pc de secuencia de cableado de la operación 1613 se necesitaba la instalación de hardware que correspondía a un cable de conexión del tipo al que hay en las otras lectoras. Esta tarea se llevaría a cabo por parte del equipo de ingeniería de planta que son los encargados de gestionar las modificaciones dentro de la planta.

En los siguientes apartados se desarrollará la opción seleccionada y se definirán las tareas necesarias para la implantación, así como los responsables de cada una de ellas.



## 6.2.2 Definición de Responsable y Participantes.

En la siguiente Tabla 6-2 Asignación de tareas. Fuente: (Elaboración propia), se muestran las tareas a realizar para la implantación del proyecto, los responsables de cada una de estas tareas y un breve resumen de las tareas que debe realizar cada uno de los responsables para llevar a cabo dicha tarea.

Tarea	Responsables	Acciones
<b>Desarrollo de la especificación técnica</b>	Carlos Carmona (MP&L)	Desarrollo de la especificación y búsqueda de necesidades derivadas de la aplicación
<b>Formación en aplicación SMART</b>	Amparo Ramírez (SMART AD)	Dotar de los conocimientos básicos sobre las funciones de la aplicación
<b>Purchase Information Request (PIR)</b>	Robert Snecker (Dep. Compras)	Emitir la oferta a los proveedores para que puedan optar a su desarrollo
<b>Búsqueda de fondos</b>	Carlos Carmona (MP&L)	Reunión con departamento de compras y gerentes de nuevos lanzamientos para financiar el proyecto
<b>Purchase Order (PO)</b>	Robert Snecker (Dep. Compras)	Emitir la orden de compras que acepta la oferta emitida por el proveedor
<b>Reunión con proveedor (EINES)</b>	Carlos Carmona (MP&L)	Establecer los requisitos de la aplicación así como comprobar que se aceptan las condiciones establecidas en la especificación técnica
<b>Instalación Hardware</b>	Adolfo Beltrán (Ing. Planta)	Emitir una petición de servicio para cablear la estación que falta
<b>Desarrollo del Software</b>	Vicente García (EINES)	Desarrollo de la aplicación y modificación del software los Pc's de secuencia para enviar la información a SMART
<b>Implantacion y test</b>	Carlos Carmona (MP&L) Anna Comes (EINES) Amparo Ramírez (SMART AD)	Introducción de las aplicaciones en los PC's, realizar pruebas de envío, etc.

Tabla 6-2 Asignación de tareas. Fuente: (Elaboración propia)

### 6.2.3 Tareas.

Una vez seleccionados los responsables de cada una de las tareas a realizar se estableció el tiempo de ejecución de cada una de las tareas. De esta forma los responsables de cada una de estas tareas tendrían un conocimiento de cuando deberían estar sus trabajos hechos y de esta forma no retrasar el proyecto.

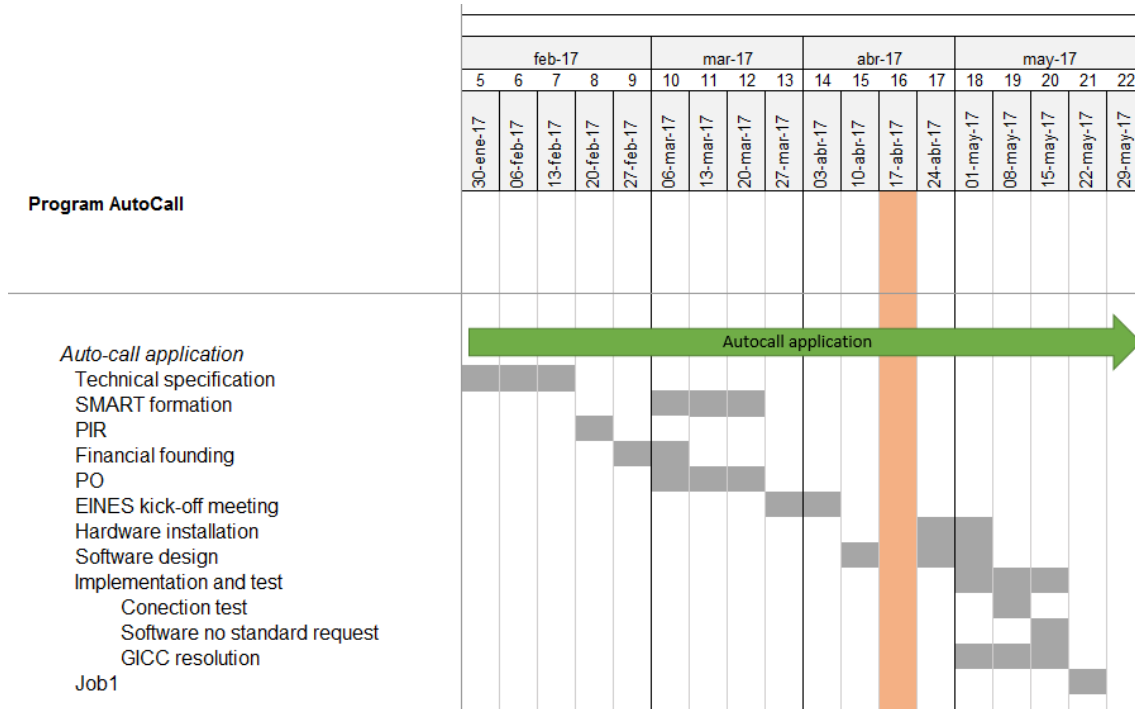


Ilustración 6-6 Diagrama de Gantt. Fuente: (Elaboración propia)

#### 6.2.3.1 Especificación técnica

Esta tarea marca las exigencias del proyecto. El responsable de realizar la especificación técnica Carlos Carmona, debe consensuar junto con los otros departamentos las exigencias que estipularan en dicho documento. El periodo de elaboración de la misma, así como las reuniones y búsqueda de información al respecto se realizan entre la semana 5 y la semana 7.

Este documento se elabora por parte de los solicitantes del proyecto para enviarlo a los proveedores. Este documento debe incluir todas las exigencias que se tengan al respecto de lo que se ofertará por parte de los proveedores, de esta manera se comprometen a aceptar todos y cada uno de los requisitos establecidos cuando generan su oferta. Dicha especificación técnica se adjunta en el Anexo I.

El punto más importante de la especificación técnica y el cual debía quedar más claro era el formato de envío a SMART, Auto-Call funciona con un lenguaje característico que debe ser estructurado de una forma concreta, tal y como se presenta a continuación:

<STX>	1 character (hex #02) beginning of the link.
<id trigger>	8 characters define by MP&L.
<WERS>	17 characters with WERS code (Ex: 0000000000XXXXXX).
<line>	3 characters LSA. Point of use.
<plant>	1 character. Identify the plant.
<ETX>	1 character (hexa #03) end of the link.
<checksum>	2 characters.

Tabla 6-3 Mensaje de envío a sistema SMART. Fuente: (Elaboración propia)

- El primero de los caracteres se emplea para establecer el vínculo entre el PC y el sistema SMART.
- El id Trigger equivale a la lectora asociada para dicho tramo.
- El WERS es el número identificativo de cada familia de motores, este número es único para cada familia.
- Line equivale al tramo de línea que representa dicha lectora, lo que equivale a que en dicho tramo deberán descontarse todas las piezas que contengan dicho motor.
- Plant es el carácter que identifica la planta.
- El parámetro ETX se emplea para finalizar la conexión con el sistema.
- Checksum es un mensaje que el sistema necesita para permitir la entrada de un nuevo elemento.

Así pues, nuestro proveedor debería de realizar las modificaciones necesarias en el software de los actuales PC's para poder enviar el mensaje según lo establecido anteriormente.

### 6.2.3.2 Soporte y formación departamento AD SMART

El responsable de dicha tarea fue Amparo Ramírez y el periodo estableció para el desarrollo de la misma estaba estipulado entre las semanas 10 y 12.

Puesto que la aplicación SMART es propia y desarrollada por parte de FORD, el soporte necesario y la formación recibida fue impartida por el equipo de Application Development (AD) de SMART. Este equipo se encuentra también en Almussafes, lo que permitió un flujo de información rápido y preciso. Se recibieron dos sesiones formativas donde el equipo de SMART proporcionó las nociones básicas sobre la gestión de la aplicación. Además, se dio soporte durante todo el periodo de implantación de Auto-Call. Puesto que la tarea de introducción es una tarea que depende del departamento de MP&L y que no siempre realiza la misma persona, se realizó un tutorial para facilitar la tarea. Documentación mostrada en el Anexo II.

---

### 6.2.3.3 *Purchase Information Request (PIR)*

Esta tarea depende del departamento de compras de la compañía quien se encarga de revisar las especificaciones y enviarlas a los proveedores, en este caso el responsable de realizar esta tarea fue Robert Snecker. El plazo para la realización de esta tarea se fijó en la semana 8.

Una vez elaborada la especificación técnica y consensuada con todos los departamentos involucrados, se envía dicho documento al departamento de compras que es quien autoriza la solicitud y se abre el proceso PIR (Purchase Information Request), con este procedimiento los proveedores reciben la especificación técnica y los que deseen ofertar lo hacen. Una vez pasado un periodo de tiempo el departamento de compras devuelve las distintas ofertas que se han recibido y se elige 2 o 3 proveedores que son los que más se ajustan a las necesidades.

### 6.2.3.4 *Búsqueda de fondos*

Esta tarea se realizó por parte de Carlos Carmona, como responsable del proyecto y se establecieron las semanas 9 y 10 como plazo para realizarla.

Pese a parecer una tarea sencilla, en una organización como esta no es fácil la dotación de fondos y más aún cuando la planta está inmersa en un nuevo lanzamiento de motor con las modificaciones en la línea que este hecho acompaña. Es por ello que se debía realizar una presentación donde se explicara de forma detallada, al igual que se ha realizado en los capítulos anteriores 2.3 Objeto del Problema, 4 Descripción de las Incidencias/Observaciones/Síntomas, 5 Oportunidades de Mejora. De tal forma que el proyecto tuviera la suficiente visibilidad y aceptación por parte de la gerencia.

### 6.2.3.5 *Purchase Order (PO)*

La tarea consiste en la emisión de compra por parte del propio departamento de compras una vez aceptada por parte de la gerencia la oferta realizada por el proveedor. El responsable de esta tarea fue Robert Snecker y el periodo estableció para su realización fue de las semanas 10 a la 12 puesto que dicho proceso debe evaluar los fondos disponibles, ponerse en contacto con el proveedor y establecer las garantías y los plazos de pago de tal forma que las dos partes alcance el acuerdo establecido.

Este proceso, pese a ser dilatado es importante realizarlo correctamente y según los estándares de la compañía, puesto que esto da como resultado un proceso robusto y estable.

### 6.2.3.6 *Reuniones con el proveedor y Desarrollo de la aplicación*

Para el desarrollo de la aplicación, que realizaría la lectura de los motores que pasan por la línea y posteriormente enviarlos al sistema SMART, se contó con la participación de EINES, empresa del sector de la automatización. EINES, fue el encargado de realizar el software necesario según las peticiones que se realizaron en la especificación técnica. Su función sería, en primer lugar leer todos y cada uno de los motores que pasan por la línea. En cada lectura se debe conocer el código WERS del motor que identifica un tipo de motor en concreto y todos

---

los materiales asociados al mismo. Y en segundo lugar, enviar esta información del código WERS y la lectora que realiza la lectura al sistema SMART.

Esta tarea se llevó a cabo por los responsables de MP&L Carlos Carmona y por el responsable de Eines Vicente García. El tiempo establecido para la realización de estas tareas abarcaba desde la semanas 13 hasta la semana 18. Durante estas semanas se mantuvo un flujo de información contante entre ambas estructuras para desarrollar el software la manera más eficiente y en el menor tiempo posible.

#### **6.2.3.7 *Instalación del Hardware***

La siguiente tarea que se debía realizar para tener completamente monitorizada la línea de montaje era el cableado desde la operación 75 hasta la operación 1613 donde se encuentra el Pc de secuencia del cableado. Esta tarea tenía como responsable a Adolfo Beltrán del departamento de Ingeniería de Planta, se debía realizar una petición de servicio a una empresa de instalaciones para que entre la semana 17 y 18 realizaran el cableado de esta operación. Utilizando para ello el mismo tipo de cableado que existía en las otras secuencias.

#### **6.2.3.8 *Implementación de la aplicación y test de pruebas***

La última tarea antes de introducir en producción el sistema de aprovisionamiento consistía en la realización de test de pruebas de la aplicación. Para ello, los responsables de realizar dicha tarea eran por un lado Anna Comes por parte de Eines, Carlos Carmona para monitorizar el proceso por parte de MP&L y, finalmente, Amparo Ramírez, responsable del departamento de SMART.

Una vez fue desarrollado el software se realizaron una serie de pruebas en los PC's industriales en los que se introdujo dicho software. La primera prueba se realizó el día 08/05/2017 y consistió en ver qué información registraban actualmente dichas lectoras que había en la línea. La segunda prueba realizada el día 18/05/2017 consistió en probar que el mensaje que se tenía que enviar a SMART según el formato mencionado en puntos anteriores era correcto y SMART recibía la información. Por problemas de conexión con el servidor de pruebas de SMART dicha prueba no pudo ser realizada, ya que no se podía establecer conexión con dicho servidor desde el PC industrial. Por este motivo se realizó instalando el software en un PC de oficina y realizando la conexión con el servidor de pruebas de SMART. Una vez realizadas estas pruebas y comprobado que todo funcionaba correctamente, se estableció el día en el que se lanzaría el JOB1 de la aplicación, puesto que se necesitaban una serie de permisos por parte de del departamento de sistemas, esta fecha se estableció el día 29/05/2017.

---

### 6.2.3.9 *Criterio de lanzamiento*

Además, se estableció un criterio de lanzamiento de la aplicación. En primer lugar, se realizaría el lanzamiento en una única pieza, en concreto una de alta rotación para poder ver resultados rápidamente. Este proceso se lleva a cabo trabajando en paralelo con el sistema antiguo (botoneras) y el sistema Auto-Call, de esta manera se puede ver los beneficios y además se hace el test sin afectar a la producción, en caso de que hubiera algún problema con la implantación de la herramienta. Una vez introducida correctamente esa pieza se pasaría a introducir un equipo completo, concretamente el mismo que la pieza piloto y se seguiría el mismo sistema con el sistema en paralelo. La introducción de las piezas se realizaría en paquetes de 10 referencias para poder llevar un control más riguroso de cada una y ver que no dieran problemas. Una vez se introdujera en un equipo se seguiría el mismo formato de introducción por ruta hasta completar todas las referencias.

Como se comenta, se trabajará en paralelo con los dos sistemas. Esto se realizaría de la siguiente manera, en primer lugar se crearía una ruta ficticia en SMART, esto quiere decir que dicha ruta no se imprimiría la pick list. Posteriormente, se crearían nuevos LSA's que estarán asociados a esa nueva ruta ficticia y a los Trigger Points (estos Trigger Points son las lectoras que hay en la línea), se añadirían las piezas que fueran a ser introducidas en Auto-Call, esto es necesario porque un SMART se caracteriza por tener una única piezas asociada y un único LSA. Una vez realizado este proceso, estos nuevos SMART tendrían un consumo real, pero sin embargo no se servirían las piezas al estar en una ruta ficticia. De esta manera se puede realizar la comparativa entre el sistema actual y el Auto-Call, de esta manera se asegura el funcionamiento de la aplicación y cuando los resultados fueran satisfactorios se procedería a la introducción de dichas piezas en producción. La forma para realizar esta tarea sería la siguiente, en primer lugar se imprime la pick list de la ruta ficticia para que no aparezcan las peticiones realizadas durante el periodo de pruebas y que no fueron servidas, a continuación se desactivaría el SMART que funciona con las botoneras y se cambia la ruta ficticia por la ruta correspondiente según aplique.

En la siguiente ilustración, Ilustración 6-7 Plan de introducción de piezas. Fuente: (Elaboración propia), se muestra el plan de introducción de piezas que se estableció en un principio para seguir el plan que se ha explicado anteriormente.

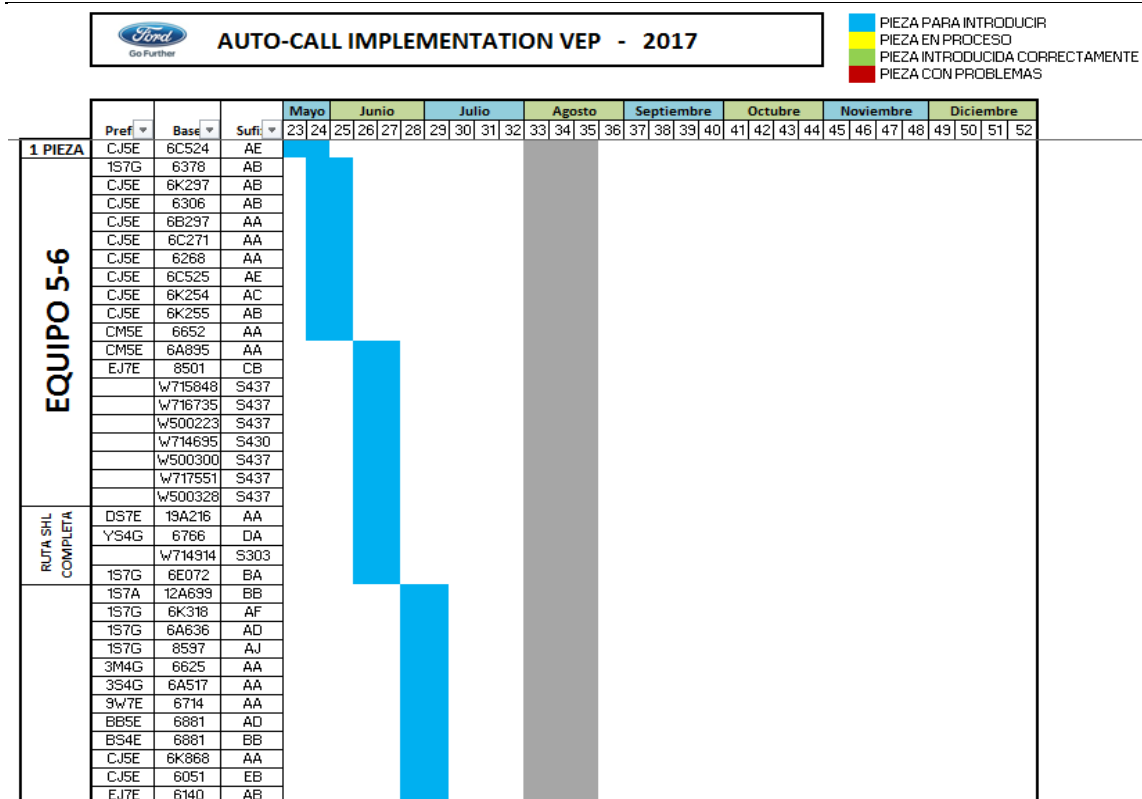


Ilustración 6-7 Plan de introducción de piezas. Fuente: (Elaboración propia)

### 6.2.3.10 Introducción de piezas

Finalmente, cuando se llevó a cabo la introducción de piezas como el proceso se podía realizar completamente en paralelo, tal y como se mencionó anteriormente se puede trabajar paralelamente con el sistema Auto-Call y el sistema actual de las botoneras. Lo que se decidió fue, una vez comprobado que el sistema realizaba las peticiones correctamente y el sistema era robusto, introducir rutas completas en producción.

Para llevar a cabo este proceso se estableció con montaje un plan de acción. Los jefes de equipo de cada uno de los equipos afectados por el cambio serían conscientes de que se iba a modificar el proceso de suministro de piezas. Sin embargo, los operarios de la línea no serían partícipes de esta noticia al principio, puesto que para mantener el sistema antiguo en funcionamiento ellos deben de seguir pulsando las botoneras. Esto sería así para si en algún momento el sistema automático diera algún problema al ser muy temprana su introducción poder migrar nueva mente al sistema antiguo.

Por otra parte, la otra estructura afectada en este caso Acciona recibió también un plan de acción al respecto de cómo proceder en el lanzamiento de las nuevas rutas. En primer lugar, el día antes del lanzamiento de una ruta en el último turno se debía llenar las rampas al máximo del nivel. De esta forma empezar con un sistema cebado en su totalidad. El segundo, paso a realizar consistiría en imprimir las dos pick list que en el ordenador saldrían, por un lado la

antigua pick list de su ruta SHL y la nueva pick list del sistema Auto-Call ACL. Una vez impresas esas dos pick list se desecharían puesto que las peticiones que en ella hubiera serían del día anterior y puesto que el sistema estaba cebado no sería necesario cumplir con estos pedidos. Entonces en el segundo ciclo de aprovisionamiento ya se imprimirían ambas pick list.

El hecho de imprimir las dos pick list es para que el material que se solicite por las botoneras no se quede acumulado y salga como servido.

Adicionalmente, se informó a los operarios encargados del aprovisionamiento de las rutas piloto que debían realizar anotaciones y señalar aquellos puntos de discrepancia de tal manera que en casa de destacar algún problema fuera fácilmente resoluble.

El mismo procedimiento se siguió para las otras dos rutas que se completaron. En la siguiente Tabla 6-4 Relación rutas antigua y nueva. Fuente: (Elaboración propia)

Ruta antigua	Ruta Auto-Call
SHL	ACL
SHC	ACC
SHR	ACR
SAM	ACM

Tabla 6-4 Relación rutas antigua y nueva. Fuente: (Elaboración propia)

La ruta SAM no se pudo introducir puesto que al final de la beca en la cual se realizó el proyecto el proceso de instalación de Hardware no se llevó a cabo.

#### 6.2.4 Análisis de resultados

En este apartado se muestran los datos que muestran el éxito del proyecto y como su implantación dio lugar a una mejoría del proceso de aprovisionamiento de la línea, nivelando el estado de peticiones con el uso real de los materiales y viéndose reducida las llamadas de emergencia de manera drástica.

En el siguiente gráfico, Ilustración 6-8 Porcentaje de piezas introducidas en Auto-Call. Fuente: (Elaboración propia), se muestra a modo de resumen la cantidad de piezas que han sido introducidas actualmente de forma satisfactoria en cada una de las rutas así como el total en porcentaje de piezas del tipo Card.



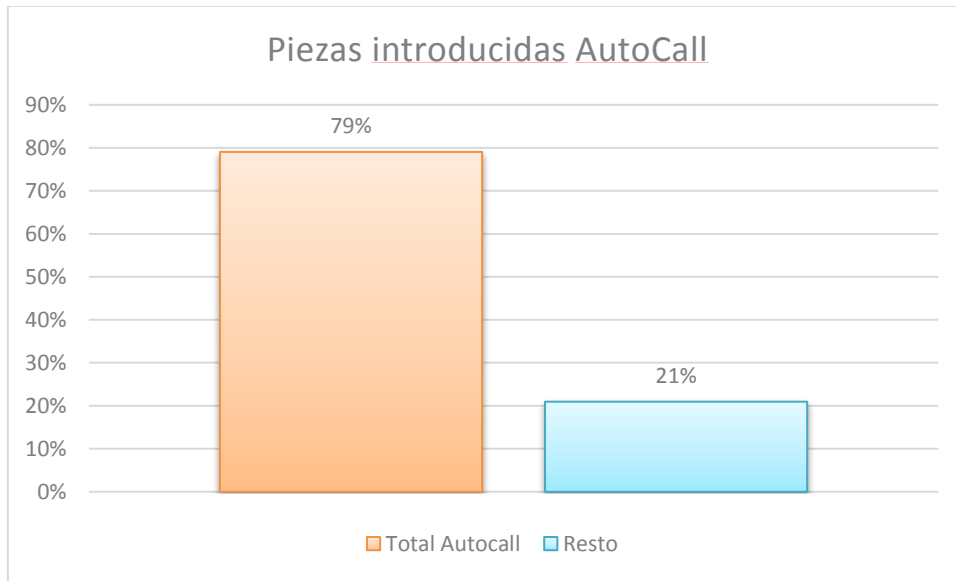


Ilustración 6-8 Porcentaje de piezas introducidas en Auto-Call. Fuente: (Elaboración propia)

A continuación, se muestran en la Ilustración 6-9 Cantidad de piezas introducidas por ruta. Fuente: (Elaboración propia) la cantidad de piezas introducidas en cada una de las rutas que actualmente aprovisionan la línea de montaje.

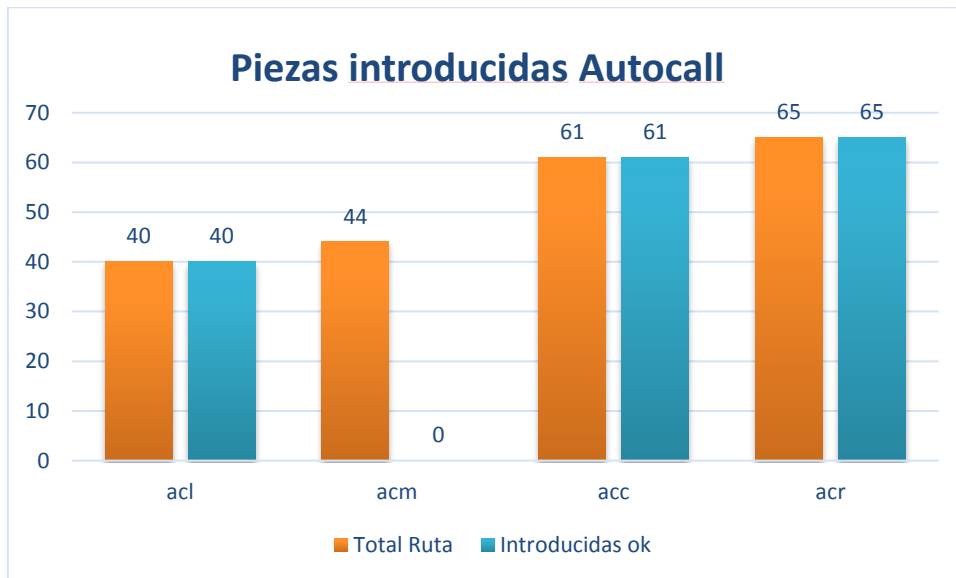


Ilustración 6-9 Cantidad de piezas introducidas por ruta. Fuente: (Elaboración propia)

Para ilustrar estas afirmaciones se realizó un seguimiento de una piezas testigo de tal forma que se pudieran validar las mejoras introducidas, se seleccionaron 4 piezas de cada ruta, a continuación se muestran.

Fecha: W25

## Informe Seguimiento Piezas Testigo Auto-Call

Motores OP830	6294	Motores OP800	6294	Motores OP830	6294	Motores OP950	6294
CJ5E-6C524-AE		CJ5E-6B297-AB		CJ5E-6268-AA		1S7G-6K340-BC	
Peticiones Auto-Call	787	Peticiones Auto-Call	359	Peticiones Auto-Call	262	Peticiones Auto-Call	157
Total piezas pedidas	6296	Total piezas pedidas	12565	Total piezas pedidas	6288	Total piezas pedidas	6280
Botoneras	546	Botoneras	329	Botoneras	230	Botoneras	159
Total piezas pedidas	4368	Total piezas pedidas	11515	Total piezas pedidas	5520	Total piezas pedidas	6360
piezas/caja	8	Piezas/caja	35	Piezas/caja	24	Piezas/caja	40
Piezas/motor	1	Piezas/motor	2	Piezas/motor	1	Piezas/motor	1
Cajas consumidas	787	Cajas consumidas	360	Cajas consumidas	262	Cajas consumidas	157
Total piezas consumidas	6294	Total piezas consumidas	12588	Total piezas consumidas	6294	Total piezas consumidas	6294

Ilustración 6-10 Resumen de piezas testigo ruta ACL semana 25. Fuente: (elaboración propia)

A continuación, se muestra esta información de forma gráfica donde se puede observar mejora la relación entre consumo, peticiones automáticas y peticiones por botonera.

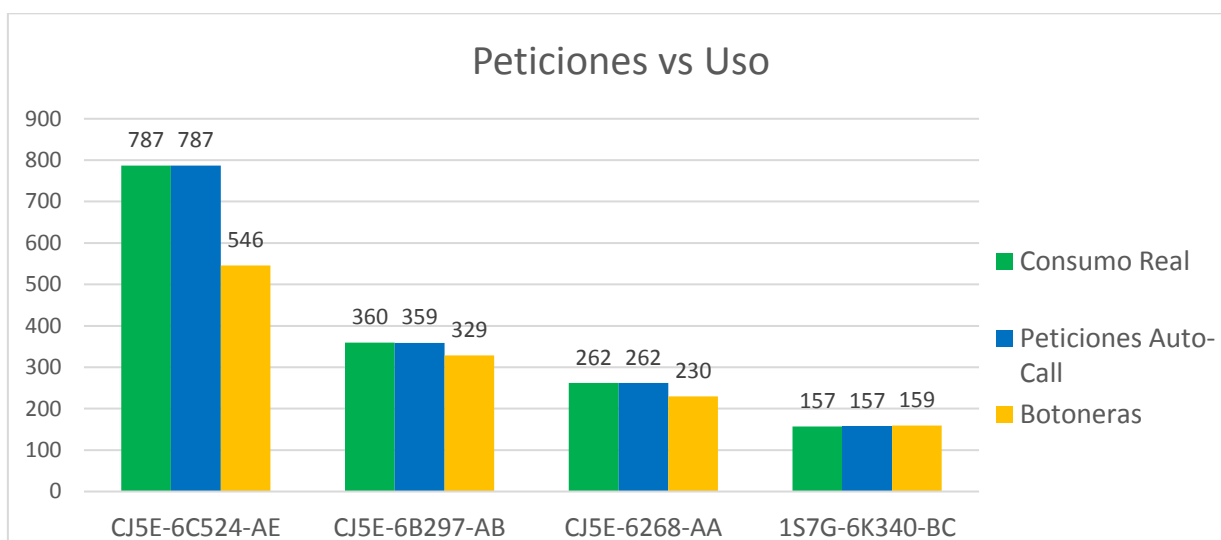


Ilustración 6-11 Relación entre consumo/Auto-Call/botoneras, Ruta ACL. Fuente: (Elaboración propia)

Así pues, puede observarse tanto en la tabla resumen como en la gráfica superior como la relación entre uso real de las piezas, en cajas, y las peticiones realizadas por el Auto-Call, también en cajas, cuadran a la perfección. Sin embargo, puede observarse como en las piezas de más rotación como es el caso de la pieza CJ5E-6C524-AE, en la cual van solo 8 piezas por caja, la discrepancia entre pulsaciones y peticiones automáticas es relevante. Existe una diferencia de 241 cajas que equivale a 1926 piezas por lo tanto 1926 motores. Esto hubiera ocasionado numerosas llamadas de emergencia. Este estudio es de una única semana, extrapolando a un mes o incluso un año la discrepancia sería muy elevada. Lo mismo para el resto de piezas. Por lo tanto, se puede observar como el nuevo sistema es mucho más robusto.

A continuación, se muestran los datos para la segunda ruta introducida la ruta ACC.

Fecha: 26/06/2017

### Informe Seguimiento Piezas Testigo Auto-Call

Motores OP1110 W702700-S437	1271	Motores OP1140 CJ5E-6750-AB	1271	Motores OP1240 EJ7E-9D376-CA	1175	Motores OP1010 AS71-6C315-AB	1221
Peticiones Auto-Call	20	Peticiones Auto-Call	25	Peticiones Auto-Call	92	Peticiones Auto-Call	16
Total piezas pedidas	4800	Total piezas pedidas	1250	Total piezas pedidas	1104	Total piezas pedidas	1200
Botoneras	18	Botoneras	6	Botoneras	77	Botoneras	15
Total piezas pedidas	4320	Total piezas pedidas	300	Total piezas pedidas	924	Total piezas pedidas	1125
piezas/caja	240	Piezas/caja	50	Piezas/caja	12	Piezas/caja	75
Piezas/motor	4	Piezas/motor	1	Piezas/motor	1	Piezas/motor	1
Cajas consumidas	21	Cajas consumidas	25	Cajas consumidas	98	Cajas consumidas	16
Total piezas consumidas	5084	Total piezas consumidas	1271	Total piezas consumidas	1175	Total piezas consumidas	1221

Ilustración 6-12 Resumen de piezas testigo ruta ACC 26/06/2017. Fuente: (elaboración propia)

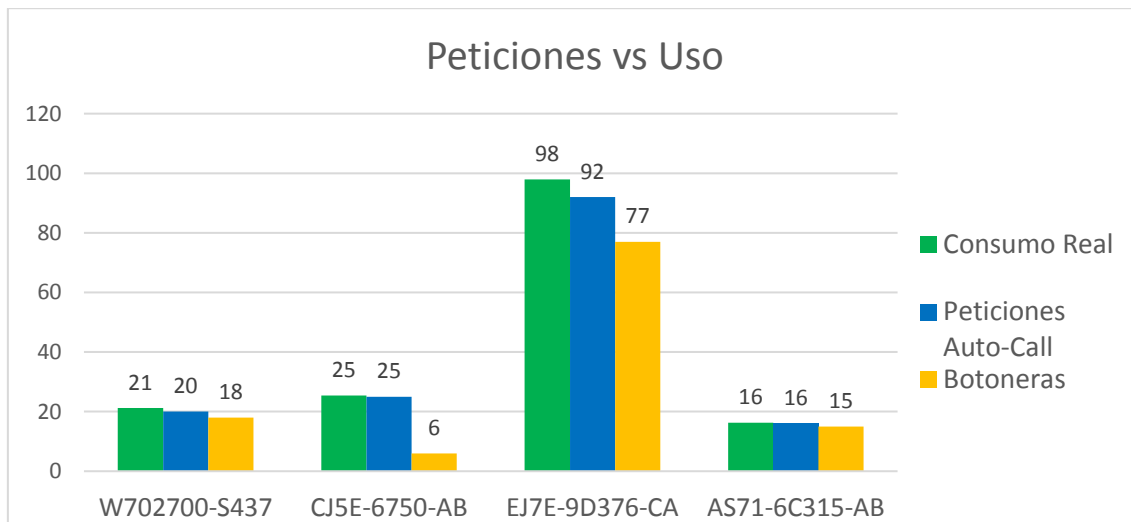


Ilustración 6-13 Relación entre consumo/Auto-Call/botoneras, Ruta ACC. Fuente: (Elaboración propia)

En este caso el estudio se muestra para tan solo un día, por este motivo existe alguna discrepancia puesto que pueden ser peticiones que se realizaran el día anterior y por eso no salgan el informe de este día. Pero del mismo modo que en la ruta ACL los resultados que se muestran con las peticiones automáticas son considerablemente mejores que los del antiguo sistema de petición de piezas. Por lo tanto el sistema es claramente robusto y fiable.

Además, puede observarse como en el otro indicador que se ha mencionado anteriormente, el de las llamadas de emergencia, se ha presentado una reducción desde la introducción en producción del sistema de petición automática. Este era uno de los objetivos que al inicio del proyecto se plantearon y finalmente se puede establecer que se han cumplido los objetivos respecto a dicho indicador. En la Ilustración 6-14 Gráfico de nivel de llamadas de emergencia por semanas. Fuente: (Elaboración propia), se muestra el número de llamadas de las últimas semanas en las que ya empezó a introducirse el sistema automático, más concretamente en las semanas 26 y 27.

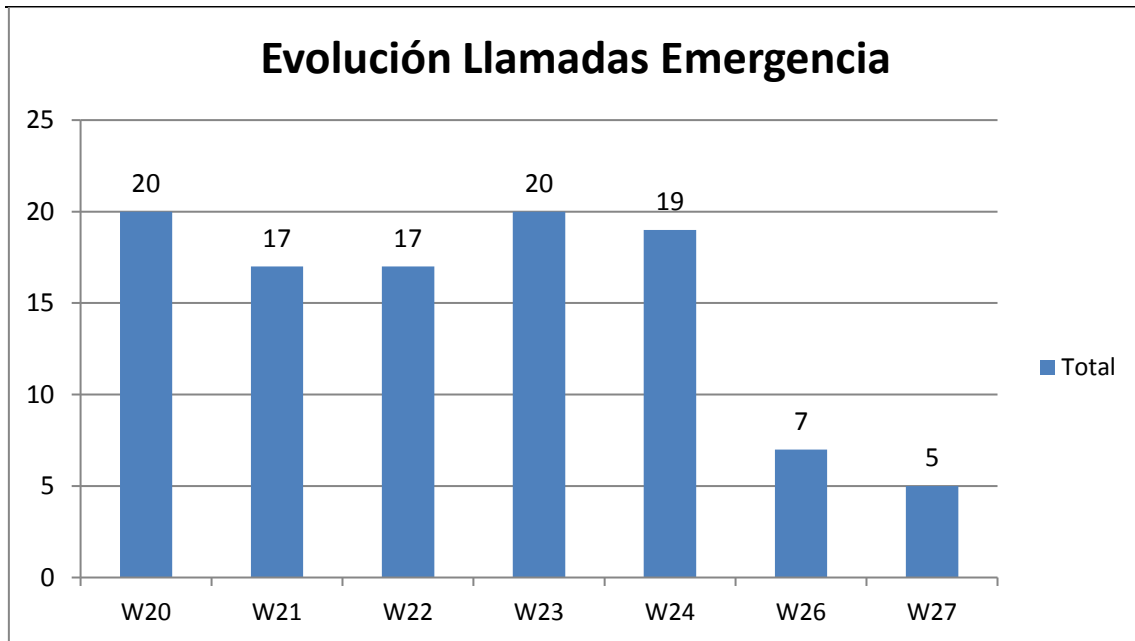


Ilustración 6-14 Gráfico de nivel de llamadas de emergencia por semanas. Fuente: (Elaboración propia)

### 6.2.5 Plan de Contingencia

Puesto que se trata de un sistema completamente nuevo en la planta se decidió establecer un plan de contingencia.

Este plan es el mencionado anteriormente, de tal forma que al trabajar con los dos sistemas en paralelo, en caso de que el sistema automático sufriera algún problema se pasaría rápidamente al sistema tradicional de botoneras.

Además, se realizó un Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) en el cual se irían añadiendo cada uno de los modos de fallo que el sistema pudiera sufrir de tal forma se establece un plan de acción en caso de que sucediera y además se toman las medidas necesarias para evitar que vuelva a suceder. Puesto que se trata de un sistema nuevo actualmente el proceso no se conoce en profundidad y pueden existir modos de fallo que aún no se contemplan en el AMFE o situaciones que se han contemplado pero que actualmente no tienen sistema de detección o procedimiento para evitar su efecto.

En la Ilustración 6-15 Análisis modal de fallos y efectos (AMFE). Fuente: (Documentos Internos Ford España) se muestra el AMFE.

PROCESS FUNCTION AND REQUIREMENTS	FAILURE MODE NUMBER	POTENTIAL FAILURE MODE(S)	POTENTIAL EFFECT(S) OF FAILURE	Severity	POTENTIAL CAUSE(S)/MECHANISM OF FAILURE	Occurrence	CURRENT PROCESS CONTROLS	Detection	RPN (S*O*D)	RECOMMENDED ACTION(S)
Lectura	1	No lectura	-No se identifica el motor -No se descuenta la pieza	9	-No existe código de lectura	2	Control Visual	1	18	-Sensor de presencia realcionado con lectora( si hay motor debe haber lectura)
	2	No lectura	-No se identifica el motor -No se descuenta la pieza	9	-Lectora sucia	4	Mantenimiento preventivo	2	72	-Realizar un calendario de mantenimiento preventivo
	3	No lectura	-No se identifican motores -No se realiza pedido -Rotura de stock	9	-Lectora estropeada	4	Control Visual	2	72	-Realizar un calendario de mantenimiento preventivo
	4	Doble lectura del sensor	-Se resta pieza sin ser verdad -Peticiónes repetitivas	8	-Interferencia en lectora -Rebote de haz de lectora	2	Comprobación del tiempo de lectura	2	32	-El software realiza comprobaciones de tiempos de secuenciación
	5	No lectura	-No se descuentan piezas	9	-Cable lectora roto	2	Mantenimiento preventivo	3	54	introducir en el mantenimiento preventivo la revision de las lectoras
	6	No lectura	-No se descuentan piezas	9	-Operación de lectura desactivada	2	Avisa jefe de equipo y llamar al 7000	1	18	Jefes de equipo hacerse responsables de las lectoras criticas de su zona de línea y antes cualquier imprevisto avisar a los responsables
Ordenador CARD	7	No petición	-El operario no recibe peticiones de piezas	9	-Ordenador estropeado	2	Sin control?	2	36	
	8	No papel	-El operario no puede imprimir la hoja de pedido	9	-Falta de papel	1	Sin control?	1	9	-Tener Stock de rollos
Scrab en SKU de piezas	9	Rotura de stock	-El operario se queda sin piezas antes de reposición	9	-La caja contiene piezas defectuosas	4	Sin control?	2	72	-Instalar un pequeño almacén con piezas para este tipo de situación
Falta de piezas en puesto	10	Rotura de stock	-El operario se queda sin piezas	9	-Calidad coge piezas para inspección	5	sin control?	1	45	-Utilizar botonera para pedidos de emergencia
BoM	11	Falta de material en línea	-El operario se queda sin piezas	8	-El BoM no se corresponde con las piezas que necesita el motor	3	Revision del BoM por parte de---	3	72	-Revisar piezas problematicas y solicitar al departamento de...que revise el BoM
Software	12	Rotura de stock	-Falta de piezas en almacén	7	-Sistema CMMS3 y SMART no tienen la misma información	4	sin control?	3	84	-Realizar la correcta introducción de datos en CMMS3 -Realizar un plan de seguimiento semanal

**Ilustración 6-15 Análisis modal de fallos y efectos (AMFE). Fuente: (Documentos Internos Ford España)**

### 6.3 Conclusiones

Las principales conclusiones obtenidas en la realización de este capítulo son por un lado la importancia de una correcta planificación, puesto que realizar una planificación correcta genera un mayor control sobre el proyecto. Por otro lado, la importancia de identificar a los responsables de cada tarea, puesto que si todo el mundo conoce el responsable es más sencillo transmitir información en caso de cambios de rumbo o deficiencias en el proceso. Finalmente, destacar la importancia del análisis de los resultados así como de los posibles fallos que pueden surgir y como de importante es tener un plan de contingencia que permita atacar estos problemas.



## 7 Temporización del proyecto. Diagrama de Gantt

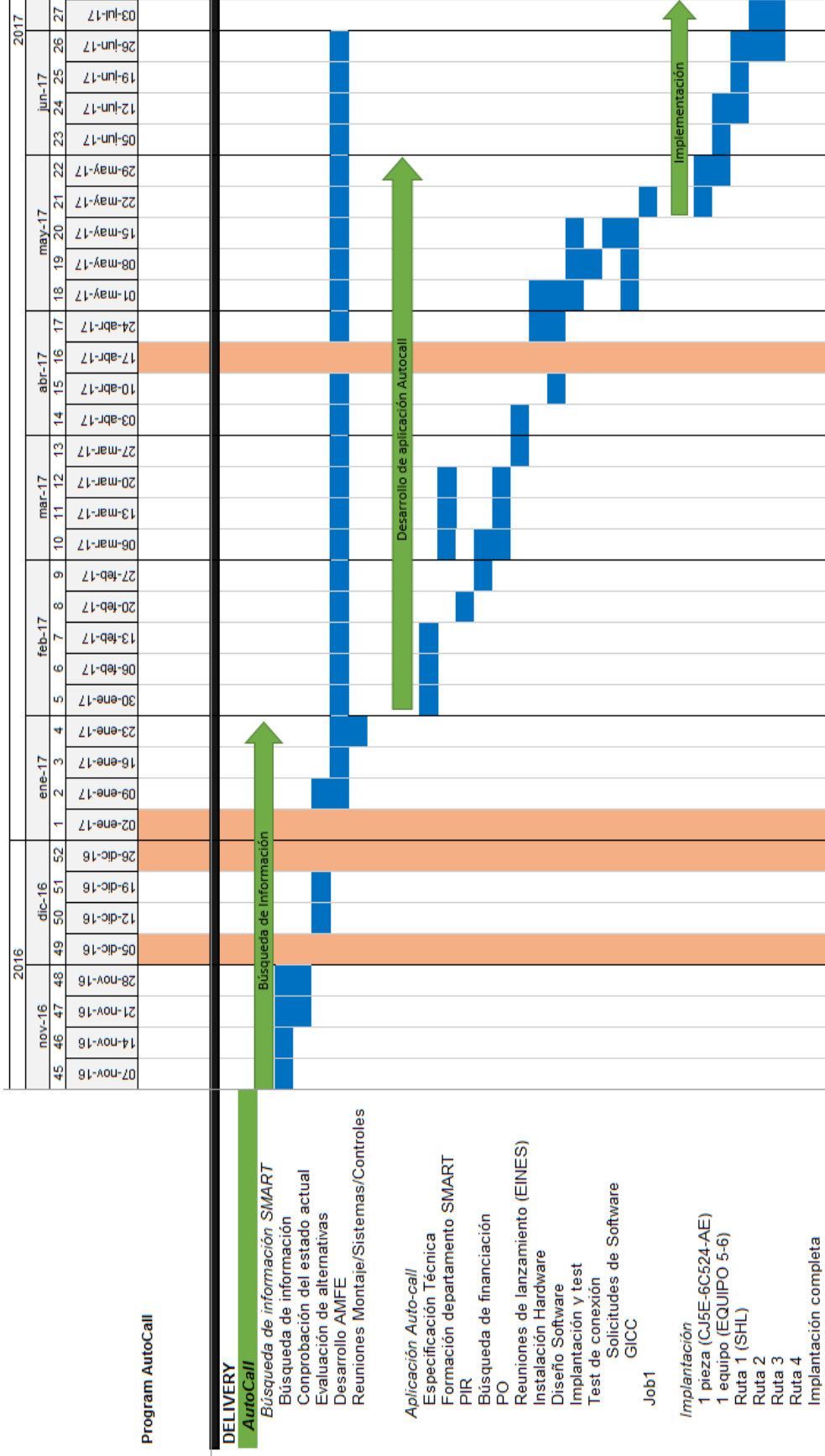


Ilustración 7-1 Temporización del proyecto. Fuente: (Elaboración propia)





---

## 8 Conclusiones

A lo largo de los capítulos precedentes se ha ido analizando la situación en la que se encontraba la empresa. En esta exposición de hechos se ha mostrado como existía un desalineado entre los requisitos de la organización y la situación actual. De este modo se han realizado las investigaciones necesarias, así como los estudios de situación para definir correctamente el problema para posteriormente atacarlo de raíz generando una alternativa al sistema actual.

Además, puede afirmarse basándose en los resultados que se han mostrado en los capítulos anteriores como la nueva solución tiene beneficios directos en los indicadores que se utilizaron para medir la viabilidad de la solución. Las llamadas de emergencia principal fuente de conflicto se vieron reducidas a lo largo del proyecto en un 60% estabilizándose dentro de los márgenes que la compañía tiene para este indicador. Se redujo también la carga de trabajo de los operarios generando beneficios en la situación ergonómica de los puestos de trabajo. Finalmente, se logró tener un mayor control sobre el stock en línea, reduciendo los niveles de inventario situados en la línea de montaje puesto que el sistema se vuelve más estable y permite abastecer cuando se necesita el material.

En lo que respecta a acciones futuras, una vez introducidas todas las piezas de tipo card, vendría el proceso de introducción de las piezas call. Este proceso, una vez ya conocido el funcionamiento del sistema, será sencillo y dotara a la planta de un nivel de servicio en lo que respecta al aprovisionamiento, de una robustez que hasta el presente no existía en la planta.

En lo que personalmente se refiere, este proyecto ha servido para dotarme de una perspectiva mucho más amplia en lo que respecta al ámbito laboral. Se ha analizado la situación inicial de un proceso, se han planteado distintas alternativas que posteriormente han debido ser correctamente evaluadas y finalmente, con la alternativa seleccionada se ha tenido que desarrollar en su totalidad un proyecto técnico. Además, la gestión de proyectos y la interlocución con distintas organizaciones y estructuras afectadas ha servido para crecer en aspectos de gestión de recursos, en este caso humanos.



---

## 9 Bibliografía

“GESTIÓN DE LA CALIDAD, LA SEGURIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE”, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad de Vigo. (<http://gio.uvigo.es/asignaturas/gestioncalidad/GCal0405.DiagramaCausaEfecto.pdf>).

“Learning Kaizen. Como Implementar un A3, Para Resolver Problemas”. Javier Solé 02/11/2013. (<http://javiersole.com/?p=3851>).

“El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como Herramienta para la Toma de Decisiones en la Selección de Proveedores”. Toskano Hurtado, Gérard Bruno. ([http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/toskano\\_hg/cap3.PDF](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/toskano_hg/cap3.PDF)).

“Ventas enero 2017, Reino Unido: El Fiesta imparable; Sportage brillando”, Enrique García, (10/02/2017). (<https://www.autonocion.com/ventas-enero-2017-reino-unido/>).

"NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE." SEAT, SA..

“*The Analytical Hierarchical Process*”, Thomas L. Saaty, J. Wiley, New York (1980).

“Toyota 's Secret: The A3 Report”, MIT Sloan Management Review (2009).

"Managing to Learn: Using the A3 Management Process", John Y. Shook, Lean Enterprise Institute, Inc., (October 6, 2008).

“The Toyota Way fieldbook: a practical guide for implementing Toyota’s 4P’s”, Liker, Jeffrey K. y Meier, David (2006).

“Lean thinking”, Daniel Jones; James Womack, Ediciones Gestión 2000, (2012).

“Los métodos de la Calidad Total”, Patrick Lyonnet, Ediciones Diaz de Santos, (1989).



# **PRESUPUESTO**



El presente documento es el presupuesto del proyecto. Al tratarse de un proyecto de consultoría, los costes principales son los asociados a las horas de los técnicos en la intervención del proyecto, de la misma manera se han incluido las horas de desarrollo de la aplicación software.

Además, se han tenido en cuenta una serie de consideraciones que a continuación se detallan:

- 1) Se computan como Costes Directos Complementarios (CDC) como aquellos que inciden directamente sobre cada una de las unidades de obra pero que son de pequeña cuantía y por lo tanto difícilmente computables.

-CDC 1% cuando no lleva asociada la unidad de obra transportes por desplazamiento.

-CDC 3% cuando la unidad de obra lleva asociados transportes por desplazamiento.

No se consideran Costes Indirectos, puesto que este tipo de costes se asocian a costes directos de determinado proyecto que no se pueden imputar directamente a una unidad de obra específica.

- 2) En lo que respecta a Gastos Generales se imputan los siguientes costes (considerados un 15% del Presupuesto de Ejecución Material, PEM):

- Uso de fungibles (tinta de impresora, folios, etc.)

- Material de oficina

- Fotocopias

- Electricidad

- Teléfono

- 3) Finalmente, el beneficio industrial que se ha considerado ha sido del 6% sobre el Presupuesto de Ejecución Material. Al tratarse de una empresa privada la que realiza el proyecto este concepto debe existir, ya que se trata del beneficio que obtiene la empresa consultora por la realización de los trabajos.

Proyecto de análisis y rediseño del sistema de aprovisionamiento de la planta de motores de Ford Motor Company en Almussafes	Pág.: 1
PRESUPUESTO	
	Fecha: 070/07/2017

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

**Proyecto de análisis y rediseño del sistema de aprovisionamiento de la planta de motores de Ford Motor Company en Almussafes**

**01 Estudio de contexto del sistema de aprovisionamiento**

**01.01 Reunión entre decisor y analistas para definir el problema y recabar información**

01.01.01 MODE	Directivo empresa promotora	2,00	180,00 €	360,00 €
01.01.02 MOI1	Ingeniero Industrial 1	2,00	100,00 €	200,00 €
01.01.03 MOI2	Ingeniero Industrial 3 (senior)	2,00	40,00 €	80,00 €
01.01.04 %	Costes Directos Complementarios	0,03	640,00 €	19,20 €

**Total Capítulo 01.01 659,20 €**

**01.02 Reunión entre analistas para especificar las tareas a desarrollar y la estructura que va a tener el problema**

01.02.01 MOI1	Ingeniero Industrial 1	1,00	100,00 €	100,00 €
01.02.02 MOI2	Ingeniero Industrial 3 (senior)	1,00	40,00 €	40,00 €
01.02.03 %	Costes Directos Complementarios	0,03	140,00 €	4,20 €

**Total Capítulo 01.02 144,20 €**

**01.03 Análisis de la situación y planteamiento de distintas soluciones**

01.03.01 MOI2	Ingeniero Industrial 3 (senior)	20,00	40,00 €	800,00 €
------------------	---------------------------------	-------	---------	----------

Presupuesto



	Proyecto de análisis y rediseño del sistema de aprovisionamiento de la planta de motores de Ford Motor Company en Almussafes	Pág.: 2
	PRESUPUESTO	
		Fecha: 070/07/2017

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

01.03.02 %	Costes Directos Complementarios	0,03	800,00 €	24,00 €
---------------	---------------------------------	------	----------	---------

<b>Total Capítulo 01.03</b>	<b>824,00 €</b>
-----------------------------	-----------------

<b>Total Capítulo 01</b>	<b>1.627,40 €</b>
--------------------------	-------------------

Proyecto de análisis y rediseño del sistema de aprovisionamiento de la planta de motores de Ford Motor Company en Almussafes	Pág.: 3
PRESUPUESTO	
	Fecha: 07/07/2017

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

## 02 Aplicación de los metodos de decisión

### 02.01 Reunión con el decisor y los analistas para mostrar las alternativas planteadas y decidir los criterios de selección

02.01.01 MODE	Directivo empresa promotora	2,00	180,00 €	360,00 €
02.01.02 MOI1	Ingeniero Industrial 1	2,00	100,00 €	200,00 €
02.01.03 MOI2	Ingeniero Industrial 3 (senior)	2,00	40,00 €	80,00 €
02.01.04 %	Costes Directos Complementarios	0,03	640,00 €	19,20 €

**Total Capítulo 02.01 659,20 €**

### 02.02 Aplicación de los métodos de decisión

02.02.01 MOI2	Ingeniero Industrial 3 (senior)	3,00	40,00 €	120,00 €
02.02.02 %	Costes Directos Complementarios	0,01	120,00 €	1,20 €

**Total Capítulo 02.02 121,20 €**

### 02.03 Desarrollo de textos

02.03.01 MOI2	Ingeniero Industrial 3 (senior)	5,00	40,00 €	200,00 €
02.03.02 MOI3	%	0,01	200,00 €	2,00 €

**Total Capítulo 02.03 202,00 €**

### 02.04 Presentación de la solución a desarrollar

	Proyecto de análisis y rediseño del sistema de aprovisionamiento de la planta de motores de Ford Motor Company en Almussafes	Pág.: 4
	PRESUPUESTO	
		Fecha: 070/07/2017

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
02.04.01 MODE	Directivo empresa promotora	1,00	180,00 €	180,00 €
02.04.02 MOI1	Ingeniero Industrial 1	1,00	100,00 €	100,00 €
02.04.03 MOI2	Ingeniero Industrial 3 (senior)	1,00	40,00 €	40,00 €
02.04.04 %	Costes Directos Complementarios	0,03	320,00 €	9,60 €
<b>Total Capítulo 02.04</b>				<b>329,60 €</b>
<b>Total Capítulo 02</b>				<b>1.312,00 €</b>

Proyecto de análisis y rediseño del sistema de aprovisionamiento de la planta de motores de Ford Motor Company en Almussafes	Pág.: 5
PRESUPUESTO	
	Fecha: 07/07/2017

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

### 03 Desarrollo de la aplicación

#### 03.01 Desarrollo de la especificación técnica para el desarrollo de la aplicación

03.01.01 MOII2	Ingeniero Industrial 3 (senior)	15,00	40,00 €	600,00 €
03.01.02 %	Costes Directos Complementarios	0,01	600,00 €	6,00 €

**Total Capítulo 03.01 606,00 €**

#### 03.02 Reunión entre analistas y miembros de la organización para definir los conceptos desarrollados en la especificación técnica

03.02.01 MOII1	Ingeniero Industrial 1	4,00	100,00 €	400,00 €
03.02.02 MOII2	Ingeniero Industrial 3 (senior)	4,00	40,00 €	160,00 €
03.02.03 MODE1	Ingeniero Industrial 2	4,00	100,00 €	400,00 €
03.02.04 MODE2	Ingeniero Industrial 4	4,00	100,00 €	400,00 €
03.02.05 %	Costes Directos Complementarios	0,03	1.360,00 €	40,80 €

**Total Capítulo 03.02 1.400,80 €**

#### 03.03 Desarrollo del software para la aplicación realizando test en planta y reuniones con el proveedor

03.03.01 MOII2	Ingeniero Industrial 3 (senior)	3,00	40,00 €	120,00 €
03.03.02 MODE2	Ingeniero Industrial 4	5,00	100,00 €	500,00 €

	Proyecto de análisis y rediseño del sistema de aprovisionamiento de la planta de motores de Ford Motor Company en Almussafes	Pág.: 6
	PRESUPUESTO	
		Fecha: 070/07/2017

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
03.03.03 MODE1	Ingeniero Industrial 2	5,00	100,00 €	500,00 €
03.03.04 %	Costes Directos Complementarios	0,01	1.120,00 €	11,20 €
<b>Total Capítulo 03.03</b>				<b>1.131,20 €</b>
<b>Total Capítulo 03</b>				<b>3.138,00 €</b>

Proyecto de análisis y rediseño del sistema de aprovisionamiento de la planta de motores de Ford Motor Company en Almussafes	Pág.: 7
PRESUPUESTO	
	Fecha: 07/07/2017

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

#### 04 Formación y soporte equipo SMART AD

##### 04.01 Formación por parte del departamento de SMART AD en la introducción de piezas en el sistema automático de petición

04.01.01 MODE1	Ingeniero Industrial 2	2,00	100,00 €	200,00 €
04.01.02 MOI12	Ingeniero Industrial 3 (senior)	2,00	40,00 €	80,00 €
04.01.03 %	Costes Directos Complementarios	0,03	280,00 €	8,40 €

**Total Capítulo 04.01 288,40 €**

##### 04.02 Soporte técnico por parte del departamento de SMART AD

04.02.01 MODE3	Ingeniero Industrial 5	4,00	100,00 €	400,00 €
-------------------	------------------------	------	----------	----------

**Total Capítulo 04.02 400,00 €**

**Total Capítulo 04 688,40 €**

Proyecto de análisis y rediseño del sistema de aprovisionamiento de la planta de motores de Ford Motor Company en Almussafes	Pág.: 8
PRESUPUESTO	
	Fecha: 070/07/2017

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

## 05 Implantación de la aplicación

### 05.01 Test y pruebas de la aplicación entre los analistas y el ingeniero del proveedor

05.01.01 MOI12	Ingeniero Industrial 3 (senior)	8,00	40,00 €	320,00 €
05.01.02 MODE4	Ingeniero técnico	8,00	80,00 €	640,00 €
05.01.03 %	Costes Directos Complementarios	0,03	960,00 €	28,80 €

**Total Capítulo 05.01 988,80 €**

### 05.02 Puesta en marcha en producción de la aplicación por parte del analista y ingeniero técnico

05.02.01 MODE4	Ingeniero técnico	4,00	80,00 €	320,00 €
05.02.02 MOI12	Ingeniero Industrial 3 (senior)	4,00	40,00 €	160,00 €
05.02.03 %	Costes Directos Complementarios	0,03	480,00 €	14,40 €

**Total Capítulo 05.02 494,40 €**

**Total Capítulo 05 1.483,20 €**

Proyecto de análisis y rediseño del sistema de aprovisionamiento de la planta de motores de Ford Motor Company en Almussafes	Pág.: 9
PRESUPUESTO	
	Fecha: 07/07/2017

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

## 06 Seguimiento y análisis de los resultados

### 06.01 Análisis de los resultados obtenidos en la puesta en marcha de la aplicación por parte del analista 1

06.01.01 MOI12	Ingeniero Industrial 3 (senior)	10,00	40,00 €	400,00 €
06.01.02 %	Costes Directos Complementarios	0,01	400,00 €	4,00 €

**Total Capítulo 06.01 404,00 €**

### 06.02 Reunión entre promotor y analista jefe y analista 1 para mostrar los resultados obtenidos y el funcionamiento de la nueva aplicación

06.02.01 MODE	Directivo empresa promotora	2,00	180,00 €	360,00 €
06.02.02 MOI11	Ingeniero Industrial 1	2,00	100,00 €	200,00 €
06.02.03 MOI12	Ingeniero Industrial 3 (senior)	2,00	40,00 €	80,00 €
06.02.04 %	Costes Directos Complementarios	0,03	640,00 €	19,20 €

**Total Capítulo 06.02 659,20 €**

**Total Capítulo 06 1.063,20 €**

**Total Presupuesto 9.312,20 €**



Proyecto de análisis y rediseño del sistema de aprovisionamiento de la planta de motores de Ford Motor Company en Almussafes	Pág.: 10
RESUMEN DE CAPÍTULOS	
	Fecha:07/07/2017

Nº Orden	Código	Descripción de los capítulos	Importe
01	01	Estudio de contexto del sistema de aprovisionamiento	1.627,40
01.01	01.01	Reunión entre decisor y analistas para definir el problema y recabar información	659,20
01.02	01.02	Reunión entre analistas para especificar las tareas a desarrollar y la estructura que va a tener el problema	144,20
01.03	01.03	Análisis de la situación y planteamiento de distintas soluciones	824,00
02	02	Aplicación de los metodos de decisión	1.312,00
02.01	02.01	Reunión con el decisor y los analistas para mostrar las alternativas planteadas y decidir los criterios de selección	659,20
02.02	02.02	Aplicación de los métodos de decisión	121,20
02.03	02.03	Desarrollo de textos	202,00
02.04	02.04	Presentación de la solución a desarrollar	329,60
03	03	Desarrollo de la aplicación	3.138,00
03.01	03.01	Desarrollo de la especificación técnica para el desarrollo de la aplicación	606,00
03.02	03.02	Reunión entre analistas y miembros de la organización para definir los conceptos desarrollados en la especificación técnica	1.400,80
03.03	03.03	Desarrollo del software para la aplicación realizando test en planta y reuniones con el proveedor	1.131,20
04	04	Formación y soporte equipo SMART AD	688,40
04.01	04.01	Formación por parte del departamento de SMART AD en la introduccion de piezas en el sistema automatico de petición	288,40
04.02	04.02	Soporte técnico por parte del departamento de SMART AD	400,00
05	05	Implantación de la aplicación	1.483,20
05.01	05.01	Test y pruebas de la aplicación entre los analistas y el ingeniero del proveedor	988,80
05.02	05.02	Puesta en marcha en producción de la aplicación por parte del analista y ingeniero técnico	494,40
06	06	Seguimiento y análisis de los resultados	1.063,20
06.01	06.01	Análisis de los resultados obtenidos en la puesta en marcha de la aplicación por parte del analista 1	404,00
06.02	06.02	Reunión entre promotor y analista jefe y analista 1 para mostrar los resultados obtenidos y el funcionamiento de la nueva aplicación	659,20

<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL .....</b>	<b>9.312,20</b>
15 % Gastos Generales .....	1.396,83
6 % Beneficio Industrial .....	558,73
<b>TOTAL EJECUCIÓN POR CONTRATA .....</b>	<b>11.267,76</b>
21 % I.V.A. ....	2.366,23
<b>TOTAL PRESUPUESTO C/IVA .....</b>	<b>13.633,99</b>

Asciende el presupuesto proyectado, a la expresada cantidad de:  
**TRECE MIL SEISCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS**

7 de Julio de 2017

LA PROPIEDAD

LA DIRECCIÓN TÉCNICA

Fdo.: .....

Fdo.: .....



# **ANEXOS**



---

A continuación, se presentan los distintos anexos que han sido desarrollados y que se nombran a lo largo de la memoria descriptiva.

Existen dos anexos:

-Anexo I: Especificación técnica desarrollada para la solicitud de ofertas por parte de los proveedores.

-Anexo II: Tutorial realizado para la introducción de piezas en el sistema SMART. Este anexo se desarrolló gracias a la formación recibida por parte del departamento SMART AD.

4 Machine and equipment Description

Related Specifications

REF.	DOCUMENT	DOCUMENT TITLE	REVISION	FOLDER	SPECIFIC

Engineer & Purchasing Contacts

**Requests for Technical Clarification to be submitted to:**

Carlos Carmona Argudo  
Logistics Engineer  
Ford of Spain  
Planta de Motores, Polígono Industrial Almussafes  
46440 Almussafes  
Spain  
Telephone Number  
E-mail: @ford.com

**Machine & Equipment quotation to be submitted to:**

Robert  
Buyer  
Ford of Spain  
Polígono Industrial Almussafes  
46440 Almussafes  
Spain  
Telephone Number:  
E-mail: @ford.com

**Training quotations are to be submitted separately to the Plant's launch team upon request.**

- **General description**

The present technical specification refers to the following needs, a system that is required should allow to transform the data that is acquired of the current readers of sequence, concretely the WERS that all engines have on the memory tag, and to transform that data into the information and format required by the SMART system. This format is as follows:

SMART should receive the engine type of every engine which goes through a particular point. The communication should be via Socket. (SMART Server will open the port 6059 to listen the incoming messages). The message should be like this:

<STX>	1 character (hex #02) beginning of the link.
<id del trigger>	8 characters define by MP&L.
<WERS>	17 characters with WERS code (Ex: 0000000000XXXXXX).
<line>	3 characters LSA. Point of use.
<plant>	1 character. Identify the plant.
<ETX>	1 character (hex #03) end of the link.
<checksum>	2 characters.

The sequences PCs that are currently in the plant and those will be used for the application are the following:

OP 880: Cam cover  
OP 1080: Front cover  
OP1613: Wiring harness

These PCs must modify the software to send the information to SMART in the correct format, indicated previously. The message must be sent for all engines that pass through the reader. Concretely, the modification of the software must ensure that the information read could be transformed in the format necessary to be sent to SMART. For this reason, in case that the current readers do not read the WERS code, must be designed a data base to relate the WERS code and the derivate of the engine that nowadays these readers read, make the necessary changes to read the WERS code.

In addition, the current readers are the following and these points are the same that are needed for the implementation. These points must be connected to the sequences PCs to send the information to the SMART application. Points 1, 2 and 3 must be rewired, in case that currently these readers are not operative.

1	OP70
2	OP290
3	OP450
4	OP580
5	OP760
6	OP1010
7	OP1402
8	OP1610

**The new software must not affect to the current software implemented in the plant. Sequencing function must remain priority, and sending data to SMART to be performed in background. All the source code must be hand over for any modification, and the software or program implemented too. In addition, all days must be done a backup where an image of the disk will be included. Image of the hard disk update its required too.**

**In case of re-wire or do any hardware modification these changes must be included in the electrical plans.**

- **Cost Breakdown**

The cost breakdown should be split in two categories:

- Hardware
- Software modification
- Test
- Launch support

- **Programme Timing**

---

Task	Time
Order place	27/03/2017
Hardware modiflicated	10/04/2017
Software implemented	02/05/2017
1 <sup>st</sup> Piece	08/05/2017
1 Team	22/05/2017
1 Route	12/06/2017
Full deployment	24/07/2017

- **Maintenance tasks**

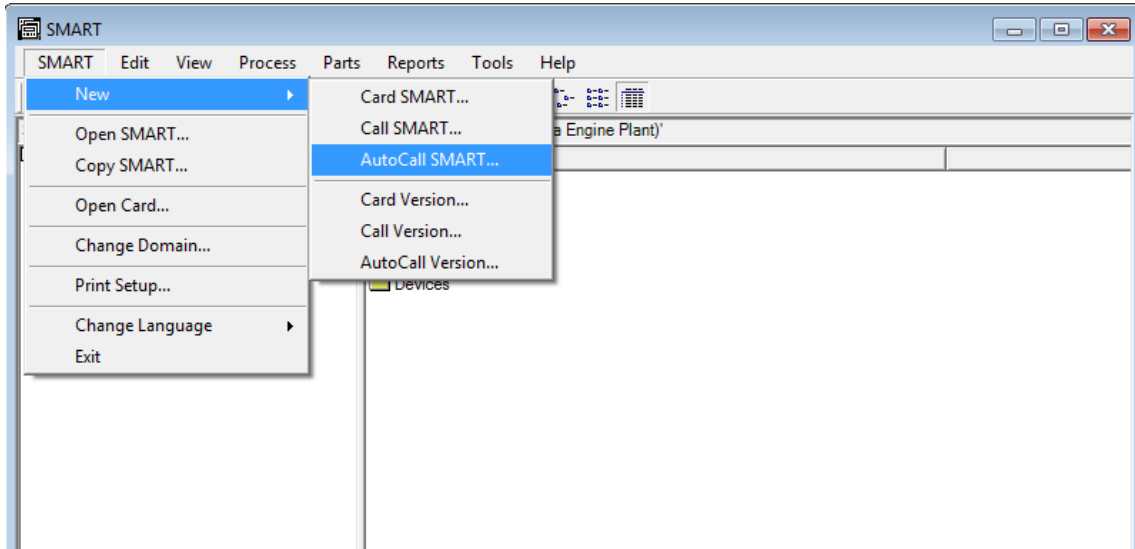
If the software is required for maintenance, they must be provided for the Ford Maintenance workshops free of charge incl. all necessary training.

**Note: the hiring by this document implies the understanding and acceptance of this “ENQUIRY SPECIFICATION”.**

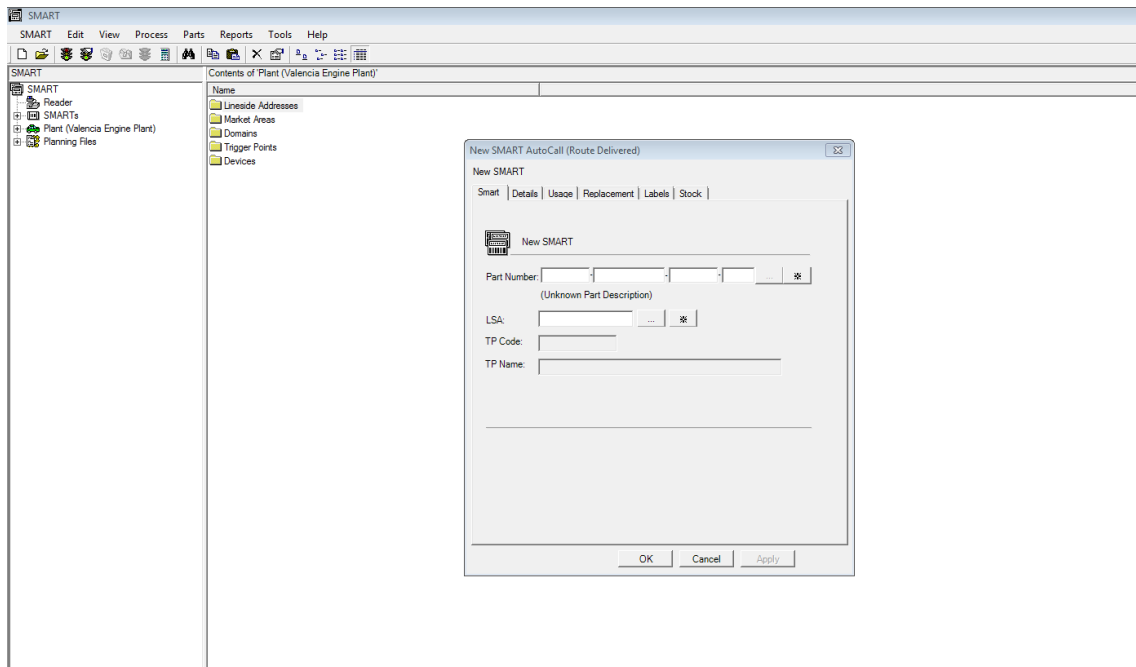


# 1 Introducir pieza en Auto-Call

Abrir SMART y pinchar en SMART→New→AutoCall SMART...



Aparecerá esta pantalla



New SMART AutoCall (Route Delivered)

New SMART

Smart | Details | Usage | Replacement | Labels | Stock

New SMART

Part Number: [ ] - [ ] - [ ] - [ ] ... \*


(Unknown Part Description)

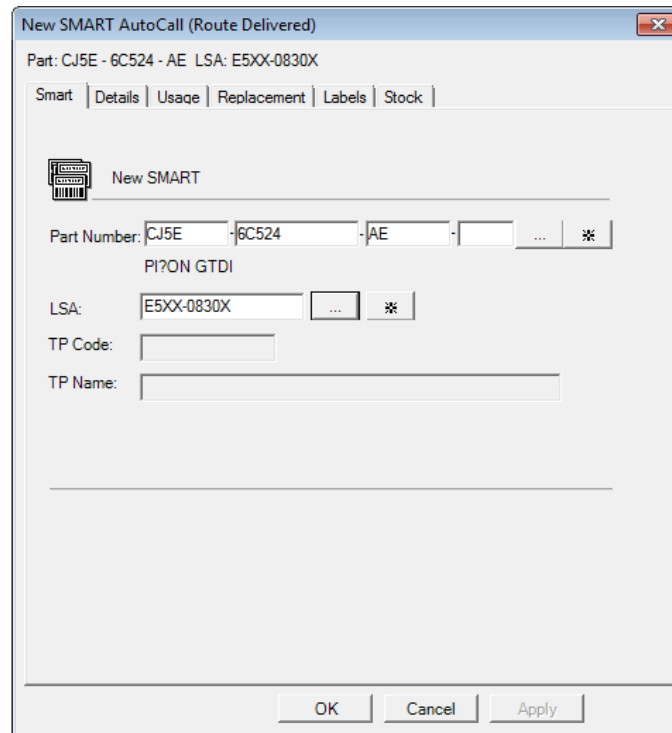
LSA: [ ] ... \*

TP Code: [ ]

TP Name: [ ]

OK Cancel Apply

- 1) En la pestaña **SMART** introducimos el PART NUMBER, si conocemos parte de él se introduce por ejemplo la base y pinchamos sobre. 
- 2) Seleccionar la pieza de la lista desplegable. **En caso de no estar la pieza pasar a punto 5.**
- 3) Introducir el LSA, de la misma forma que al buscar la pieza puede introducirse parte del LSA y pulsar el botón “...” se selecciona la LSA correspondiente de la lista desplegable. **En caso de no estar la LSA pasar a punto 5.**



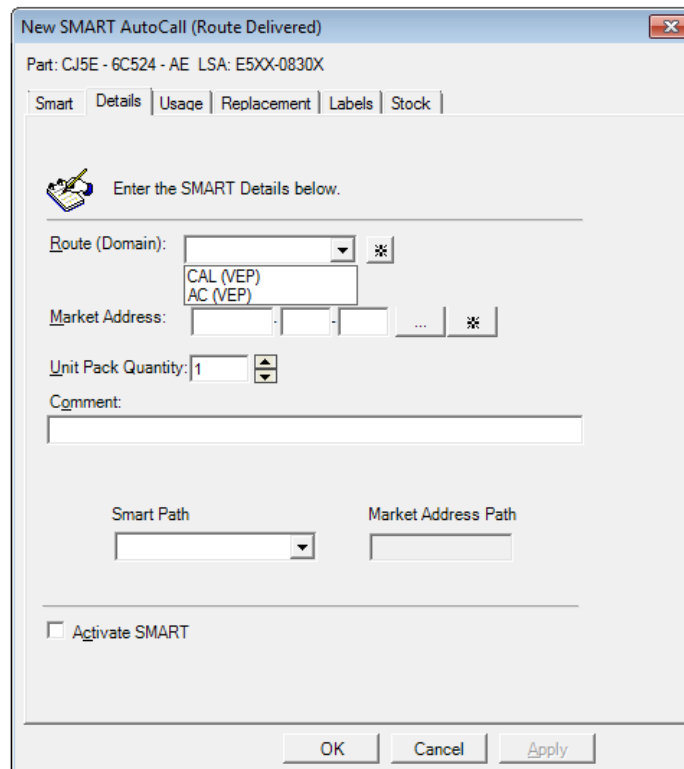
**New SMART AutoCall (Route Delivered)**  
 Part: CJ5E - 6C524 - AE LSA: E5XX-0830X  
 Smart | Details | Usage | Replacement | Labels | Stock

New SMART

Part Number: CJ5E - 6C524 - AE ... \*  
 PI?ON GTDI  
 LSA: E5XX-0830X ... \*  
 TP Code:   
 TP Name:

OK Cancel Apply

- 4) El apartado de TP CODE se rellena automáticamente.
- 5) Pasamos a la pestaña **Details**



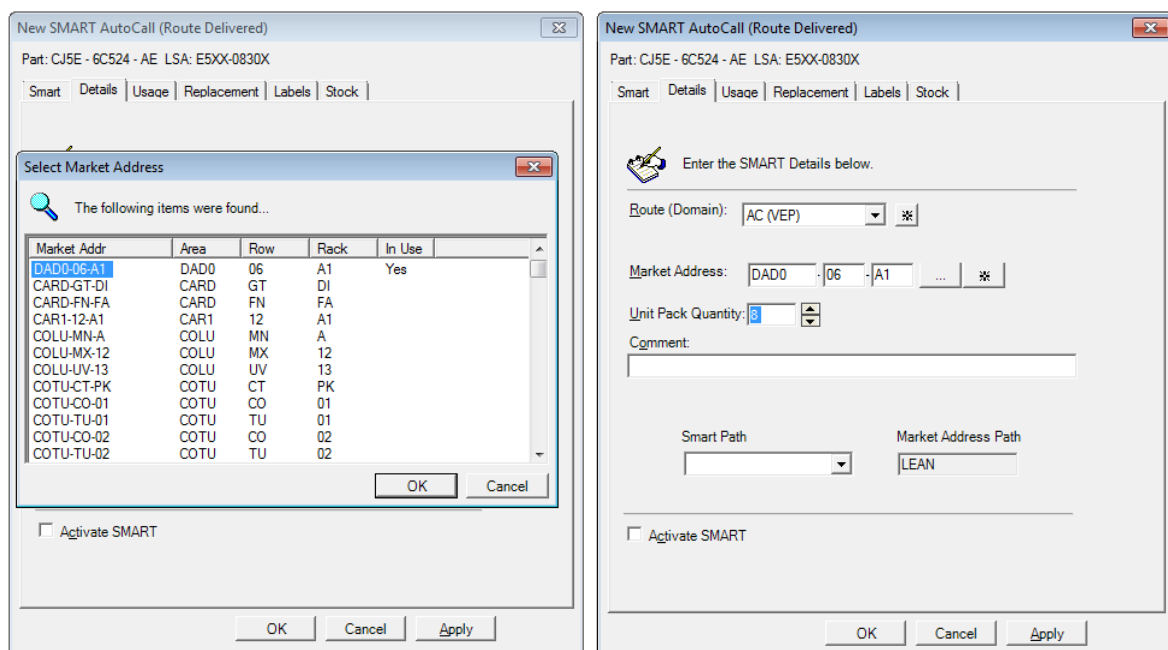
**New SMART AutoCall (Route Delivered)**  
 Part: CJ5E - 6C524 - AE LSA: E5XX-0830X  
 Smart | **Details** | Usage | Replacement | Labels | Stock

Enter the SMART Details below.

Route (Domain):  \*  
 CAL (VEP)  
 AC (VEP)  
 Market Address:  ... \*  
 Unit Pack Quantity: 1  
 Comment:   
 Smart Path  Market Address Path   
 Activate SMART

OK Cancel Apply

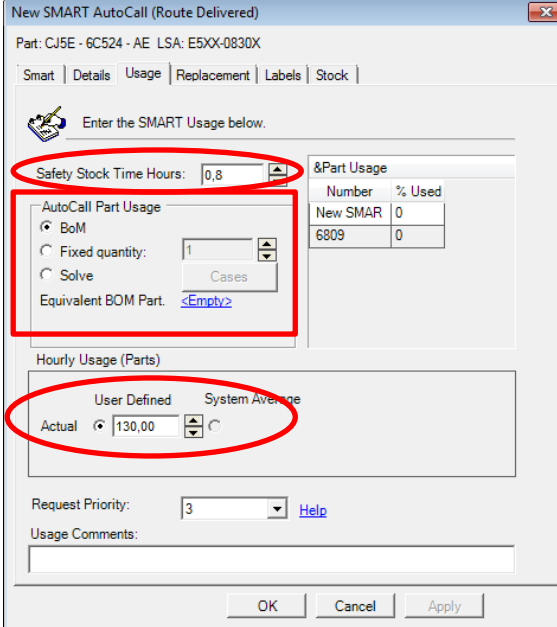
- 6) Pinchamos en el desplegable Route y seleccionamos la ruta AC (VEP). Esta ruta se usa exclusivamente en el periodo de pruebas de la pieza. **NOTA:** Esta ruta es ficticia, y cuando la pieza pase a producción debe cambiarse a la ruta correspondiente.
- 7) Siguiendo el siguiente paso, seleccionamos el Market Address correspondiente, podemos introducirlo o buscar en la lista desplegable pulsando en "...". **NOTA:** Si no existe la Market Address pasar a **punto 5**.
- 8) En Unit Pack Quantity introducimos el número de piezas que va por caja.



- 9) En el apartado Smart Path seleccionar "LEAN"
- 10) En el apartado **Usage**, definimos el apartado de "Safety Stock Time Hours" estipulamos el tiempo de Stock de seguridad que queremos tener en horas, en nuestro caso las rutas son de 45 min que equivale a 0,75 horas.
- 11) En el apartado "AutoCall Part Usage" debemos seleccionar una de las 3 opciones en función del tipo de pieza o de si se monta en más de un lugar.
  - a. **BoM:** aquellas piezas que se monten exclusivamente en un punto de uso.
  - b. **Fixed quantity:** cuando una pieza se montan en más de un lugar pero siempre en la misma proporción se puede fijar dicha cantidad
  - c. **Solve:** para piezas particulares.

**NOTA: en el punto 6 se explica más en profundidad dicho punto.**

12) El siguiente punto que debemos rellenar es el apartado de “Hourly Usage(Parts)” que equivale al número de piezas consumidas en una hora.



10) Safety Stock Time Hours: 0,8

11) AutoCall Part Usage

- BoM
- Fixed quantity: 1
- Solve

Equivalent BOM Part: <Empty>

12) Hourly Usage (Parts)

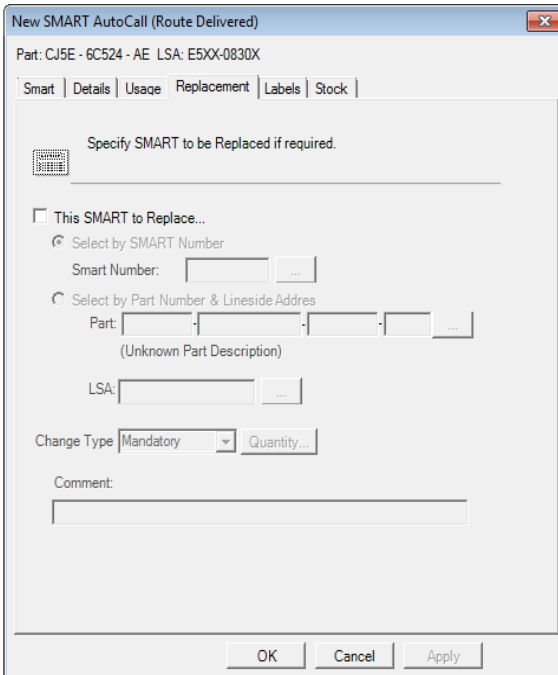
User Defined System Average

Actual  130,00

&Part Usage	
Number	% Used
New SMAR	0
6809	0

Request Priority: 3

13) La pestaña **Replacement** solo se utilizará si la nueva pieza se usa para sustituir a una existente.



Specify SMART to be Replaced if required.

This SMART to Replace...

Select by SMART Number

Smart Number: [ ] [ ]

Select by Part Number & Lineside Address

Part: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

(Unknown Part Description)

LSA: [ ] [ ]

Change Type: Mandatory

Quantity: [ ]

Comment: [ ]

V

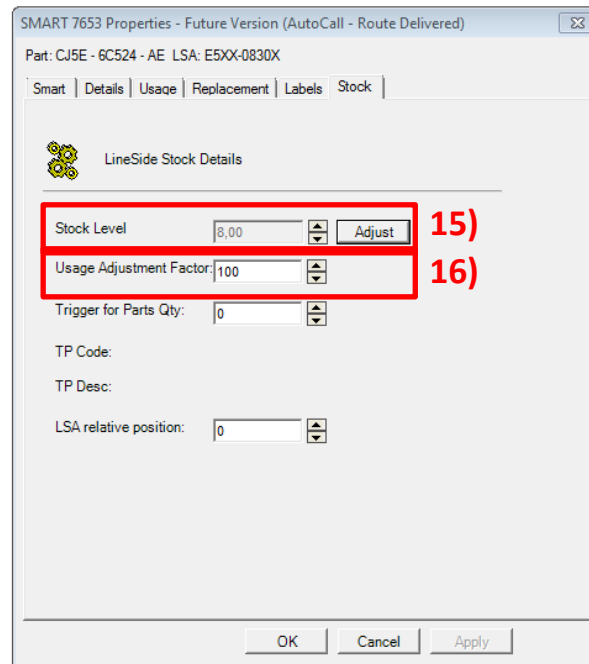
- 14) En la pestaña **Labels** en el punto **1)** se establece el Min y Max del market place (este valor es optativo, no es necesario para la gestión de SMART) y la capacidad de la rampa en el PoF. El punto **2)** indica el máximo y mínimo de cajas que deben haber en la rampa. Este valor puede calcularse automáticamente o puede modificarse en función de las necesidades.

The screenshot shows the 'New SMART AutoCall (Route Delivered)' dialog box with the 'Labels' tab selected. The part number is 'CJ5E - 6C524 - AE LSA: E5XX-0830X'. The 'Labels' tab contains several options and quantity fields:

- Specify Required labels to be Printed:**
  - Print Lineside Address Lab
  - Print Market Area Label
  - Print Fill Active Card
  - Print Board Card
- Market Area Min Qty.:** 0 (Point 1)
- Market Area Max Qty.:** 0 (Point 1)
- LSA Rack Capacity:** 1
- LSA Quantities:** Actual (selected), Planned
- User Min Qty.:** 13 (Point 2)
- User Max Qty.:** 26 (Point 2)
- User Loop Max Qty.:** 26 (Point 2)
- System Min Qty.:** 13
- System Max Qty.:** 26
- System Loop Max Qty.:** 26
- Calculation Criteria:**
  - Route Loop Hours = 0.8
  - Route Cycle Time (Hours) = 0.8
  - Unit Pack Quantity = 8
  - Hourly Usage (Parts) = 130

Buttons at the bottom: OK, Cancel, Apply.

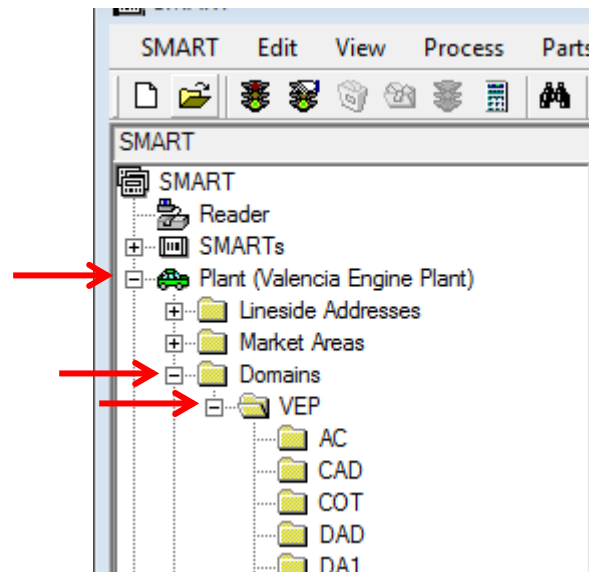
- 15) En la pestaña **Stock** rellenamos el campo "Stock Level" que equivale a las piezas por caja. Este valor puede ajustarse si se produce una situación de SCRAP o se quitan piezas por calidad o para realizar retrabajos.
- 16) El campo "Usage Adjustment Factor" se emplea cuando una pieza se monta en más de un lugar, si por ejemplo un tornillo se monta siempre 6 en una estación y 4 en otra estación, en el BoM aparecerá que de dicho tornillo se montan 10 piezas, con el "Usage Adjustment Factor" se puede corregir esta situación, para este LSA colocaríamos un factor de 60 y en el otro LSA un factor de 40.



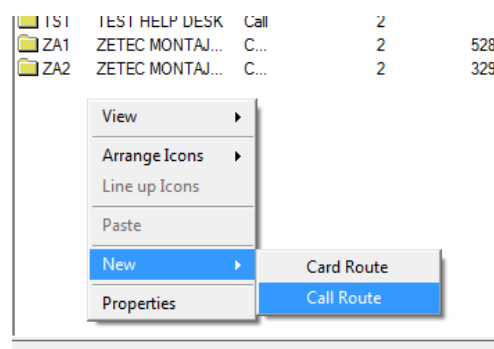
- 17) Una vez hecho esto pulsamos en ok y la pieza ha sido creada correctamente, nos proporciona su número SMART.

## 2 Crear una ruta en SMART

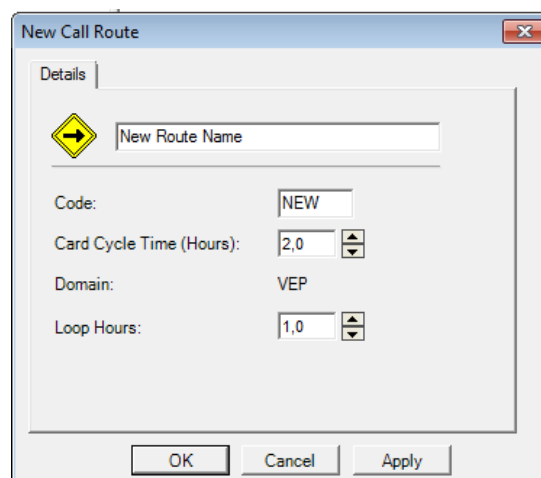
- 1) Para crear una ruta en SMART en la barra de la parte izquierda de la pantalla seleccionamos el campo "Plant (Valencia Engine Plant)→Domains→VEP



- 2) Una vez realizado el paso 1) pinchamos en la parte derecha de la pantalla con el botón derecho y pinchamos en “NEW” y seleccionamos “Call Route”.

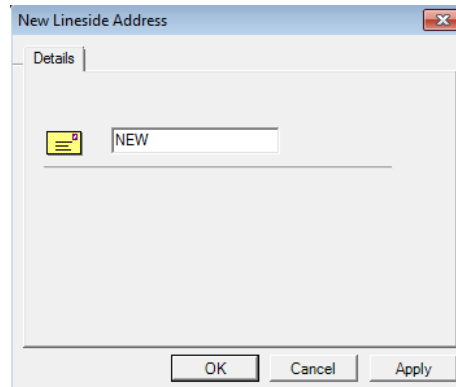


- 3) En la pantalla que aparece introducimos el nombre y el CODE de la ruta, además indicamos el tiempo en horas que tarda en realizar un ciclo de reparto.



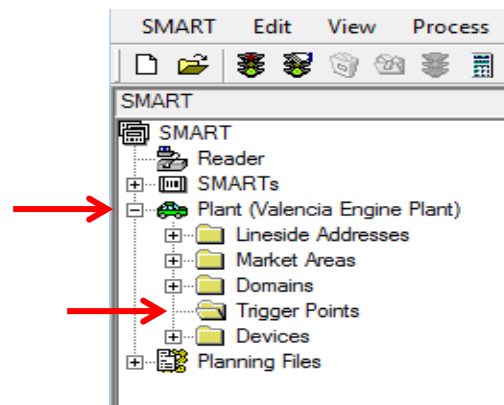


- Una vez creada la ruta hay que introducir los LSA asociados a dicha ruta, para ello hacemos doble click sobre la ruta creada y en la parte derecha de la pantalla hacemos click con el botón derecho pulsando en NEW, aparece una nueva pantalla en la cual debemos introducir el código del LSA pertinente.

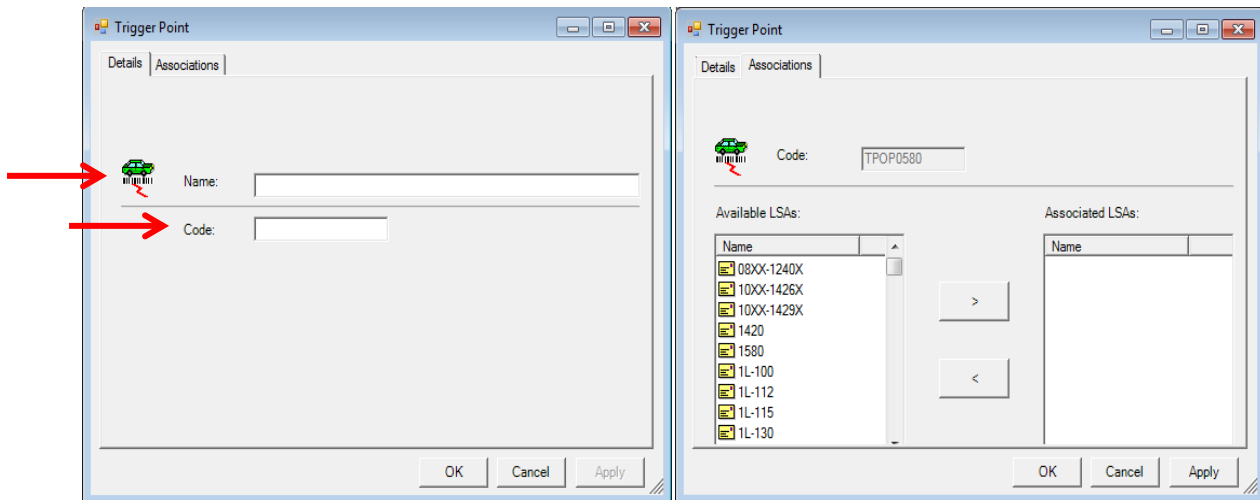


### 3 Crear un Trigger Point

- En la parte izquierda de la pantalla seleccionamos el campo "Plant (Valencia Engine Plant) → Trigger Points.



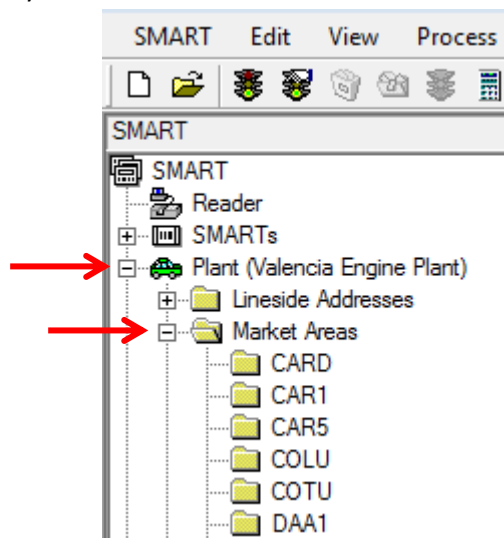
- Para crear un Nuevo Trigger Point pulsamos en la parte derecho de la pantalla con el botón derecho y seleccionamos "New", nos aparecerá la siguiente ventana.



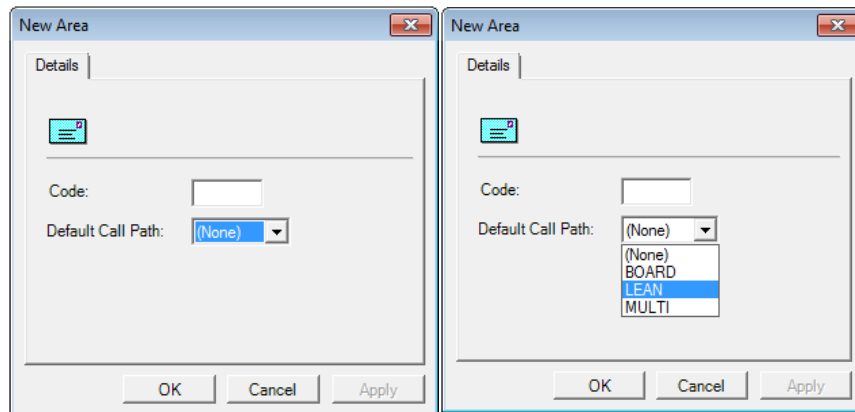
- Introducimos el "Name" y el "Code" y pinchamos en **Associations** en esta ventana asociamos todos los LSA que dependerán de este Trigger Point. Una vez finalizado pulsamos "OK" y el Trigger Point y sus LSA asociadas han sido creadas.

#### 4 Como crear Market Areas

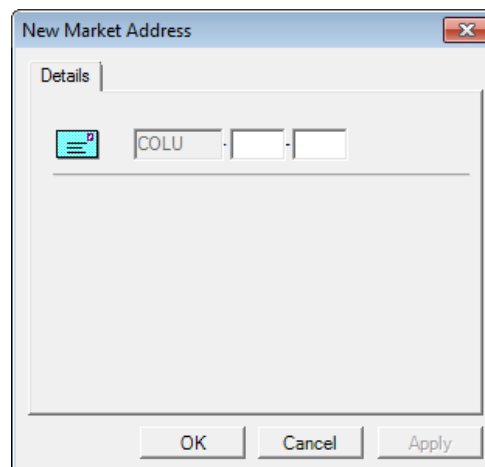
- Seleccionamos "Plant" → "Market Areas". En la parte derecha de la pantalla hacemos click con el botón derecho y seleccionamos "New".



- Introducimos el CODE con el que se identificará la nueva "Market Area" y seleccionamos "LEAN" en el desplegable.

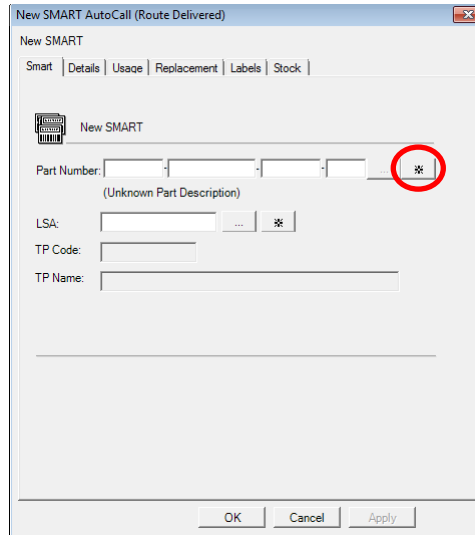


- 3) Una vez creada la “Market Area” entramos dentro de la misma y realizamos el mismo procedimiento, click con el botón derecho y pinchamos en “New”. Y en la ventana que aparece indicamos fila y columna tal y como corresponda. Pulsamos “OK” y la “Market Address” ha sido creada.

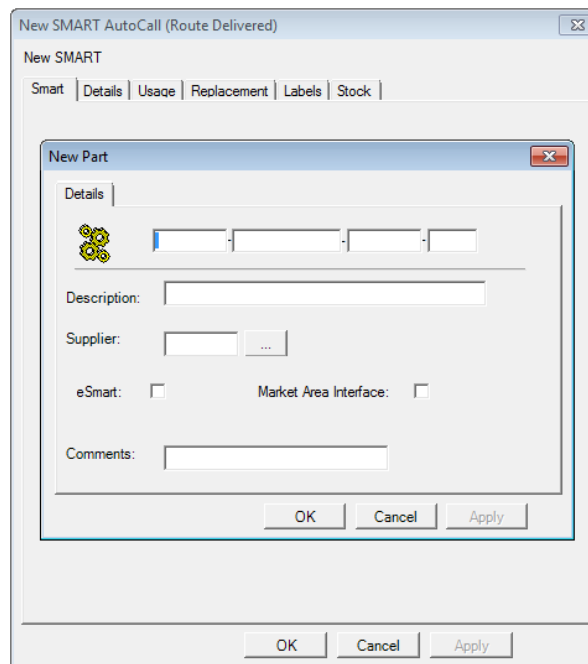


## 5 Crear LSA / Pieza

- 1) En caso de que la pieza no aparezca en el desplegable pulsamos en “\*”.



- 2) Aparece la siguiente ventana y se rellenan los campos correspondientes que dan lugar a la generación de una nueva pieza. Se pulsa “OK” y la pieza ha sido creada.



- 3) De la misma forma procedemos si no se encuentra la LSA hacemos Click en el asterisco, introducimos el nombre la nueva LSA, pasamos la pestaña **Routes** y seleccionamos la ruta en la que incluiremos este nuevo LSA.

