



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFG

- Memoria
- Presupuesto

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. OBJETIVOS.
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.
3. CONCEPTOS TEÓRICOS.
4. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA: ANTECEDENTES, MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN.
5. ALTERNATIVAS DE MEJORA.
6. CONCLUSIONES.
7. BIBLIOGRAFÍA.

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1. DESCRIPCIÓN DE LOS COSTES.
2. PRESUPUESTO.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

DOCUMENTO I

MEMORIA

AUTOR: ENRIQUE QUETGLAS SANMARTÍN

ÍNDICE

1. OBJETIVOS	4
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	4
2.1. La historia de Schneider Electric	4
2.2. Cronología:	4
2.3. Actualidad.....	5
3. CONCEPTOS TEÓRICOS.....	9
3.1. La estrategia de la empresa. Lean Manufacturing.....	9
3.1.1. Gestión visual. Las 5 S.....	13
3.1.1.1. Clasificación: Seiri.....	14
3.1.1.2. Orden: Seiton	14
3.1.1.3. Limpieza: Seiso.....	15
3.1.1.4. Estandarización: Seiketsu.....	15
3.1.1.5. Disciplina: Shitsuke	15
3.2. Reglas de gestión.....	16
3.2.1. Ciclo de vida de un producto.....	17
3.2.2. Estrategia de aprovisionamiento.....	18
3.2.3. Parámetros de gestión.....	18
3.2.3.1. Clasificación ABC	18
3.2.3.2. Clasificación FMR	19
3.2.3.3. Plazo de entrega (Lead Time)	19
3.2.3.4. Stock de Seguridad (SS).....	20
3.2.3.5. Cantidad máxima de pedido (Q-max)	21
3.2.3.6. Estrategia de Planificación	21
3.2.3.6.1. Punto de Pedido Fijo (Fixed Re-Order Point).....	22
3.2.3.6.2. Punto de Pedido Dinámico (Dynamic Re-Order Point).....	23
3.2.3.6.3. Kanban.....	23
3.2.3.6.4. MRP. Material Requirements Planning.....	27
3.3. ERP.....	33
3.3.1. Qué es un ERP.....	33
4. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA: ANTECEDENTES, MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	34
4.1. Introducción.....	35
4.2. Montaje de los kits.....	36
4.3. Método actual de trabajo.....	41

4.3.1. Descripción del proceso.....	41
4.3.2. Previsiones.....	47
4.3.3. Elaboración de las listas.	49
4.3.3.1. Decidir qué cantidad de cada referencia debemos enviar.	50
4.3.3.2. Ver qué cantidades podemos enviar realmente.	53
4.3.3.3. Intentar solucionar la falta de material de las referencias de las que nos falta stock.	54
5. ALTERNATIVAS DE MEJORA	54
5.1. Mejorar método actual. Inventario rotativo y automatización del proceso.....	55
5.1.1. Inventario rotativo.	55
5.1.1.1. Procedimiento de Inventario.	59
5.1.2. Automatización del proceso.	63
5.1.2.1. BIG DATA.....	66
5.2. Método Kanban.....	67
5.2.1. Esquema.	67
5.2.2. Parametrización del Kanban.....	70
5.2.2.1 Fórmula teórica	71
5.2.2.2 Simulación.....	72
5.2.2.2.1. Comparativa y presupuesto.....	79
6. CONCLUSIONES	81
7. BIBLIOGRAFÍA.....	83
7.1. LIBROS, MANUALES, PÁGINAS WEBS Y DOCUMENTOS DOCENTES.	83
7.2. FIGURAS	84

1. OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objeto analizar la cadena de suministro entre Schneider y una empresa subcontratada en Túnez, para posteriormente plantear posibles mejoras en dicho proceso.

La cadena de suministro comprende todos aquellos procesos que tienen como objetivo satisfacer las necesidades del cliente. Podemos clasificar las empresas en 3 tipos; industriales, comercializadoras y de servicios. La empresa Schneider Electric, objeto de estudio en el presente trabajo, se encuentra ubicada en el primer tipo. Al ser una empresa industrial cuenta por tanto con una cadena de suministro con mucha logística, ofreciendo de este modo una buena oportunidad para aplicar los conceptos aprendidos durante el grado de organización industrial.

El planteamiento a seguir consistirá en hacer un análisis del proceso actual, identificando los puntos débiles y las posibilidades de mejora. Posteriormente se plantearán las alternativas de mejora y se evaluará su posible impacto en la empresa.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1. La historia de Schneider Electric

Desde 1836, Schneider Electric se ha convertido en una empresa de primer nivel en gestión de energía. En sus comienzos se situaban en la industria del hierro y el acero, construcción de embarcaciones y maquinaria pesada. Fue en el siglo XX cuando su rumbo viró hacia la gestión de la electricidad y la automatización.

Actualmente se ha convertido en una empresa capaz de suministrar soluciones energéticas a nivel mundial, siempre buscando la mayor eficiencia y calidad.

2.2. Cronología:

- **1836:** Los hermanos Schneider adquirieron una empresa en dificultades llamada Creusot, ubicada en el sector de la fundición. Pasados dos años, fundaron Schneider & Cie.
- **1891:** Se habían convertido en especialista en la industria armamentística, pero vieron una oportunidad en el mercado de la electricidad, el cual estaba emergiendo.
- **1919:** Posteriormente, Schneider decidió asociarse con Westinghouse (grupo eléctrico de gran importancia internacional). Así pues, ampliaron su mercado ofreciendo productos como motores o locomotoras eléctricas.
- **Posguerra:** Debido a las circunstancias internacionales, abandonaron paulatinamente la industria armamentística y se centraron en la construcción, electricidad y acería. De este modo se diversificó, disminuyendo así el riesgo de desaparecer.

- **1981 a 1997:** En esos años la empresa decidió abandonar sus actividades no estratégicas, lo que se tradujo en la compra de empresas del sector energético como Telemecanique, Square D y Merlin Gerin.
- **1999:** El grupo pasó a llamarse Schneider Electric con el objetivo de acentuar sus conocimientos en el sector. Aumentaron su competitividad y crecimiento.
- **2000 a 2009:** Durante estos años se ha producido un crecimiento orgánico. La empresa se ha abierto a nuevos segmentos de mercado tales como el suministro de energía ininterrumpido o la automatización.

2.3. Actualidad

En la localidad de Meliana se encuentra una de sus fábricas, donde se han especializado en la producción de diferenciales eléctricos.



Figura 1. Fábrica de Schneider Electric en Meliana.

Se fabrican distintos tipos de diferenciales, existiendo por tanto varias líneas de producción en la fábrica. La empresa divide su material en 3 tipos:

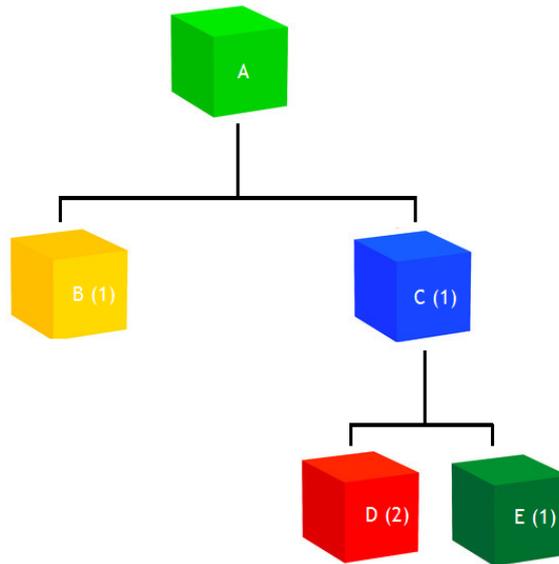


Figura 2. Lista de materiales.

Nivel 0: Producto acabado (FERT)

Nivel 1: Producto semielaborado (HALB)

Nivel 2: Materias primas (ROH)

Centraremos el presente trabajo en el departamento Supply Chain. Dicho departamento es el encargado de asegurar tanto la disponibilidad de piezas para fabricar los diferenciales (flujo upstream) como la posterior entrega al cliente final (flujo downstream).

Para ubicar el departamento en la empresa, en el presente organigrama se encuentran representados los principales responsables de cada uno de ellos. Supply Chain comprende tanto los ingenieros y flow controllers necesarios para el correcto aprovisionamiento de piezas como a los almaceneros y personal de índole manual necesarios para recepcionar y expedir material. Sin embargo, en el organigrama solo incluimos al personal de oficina.

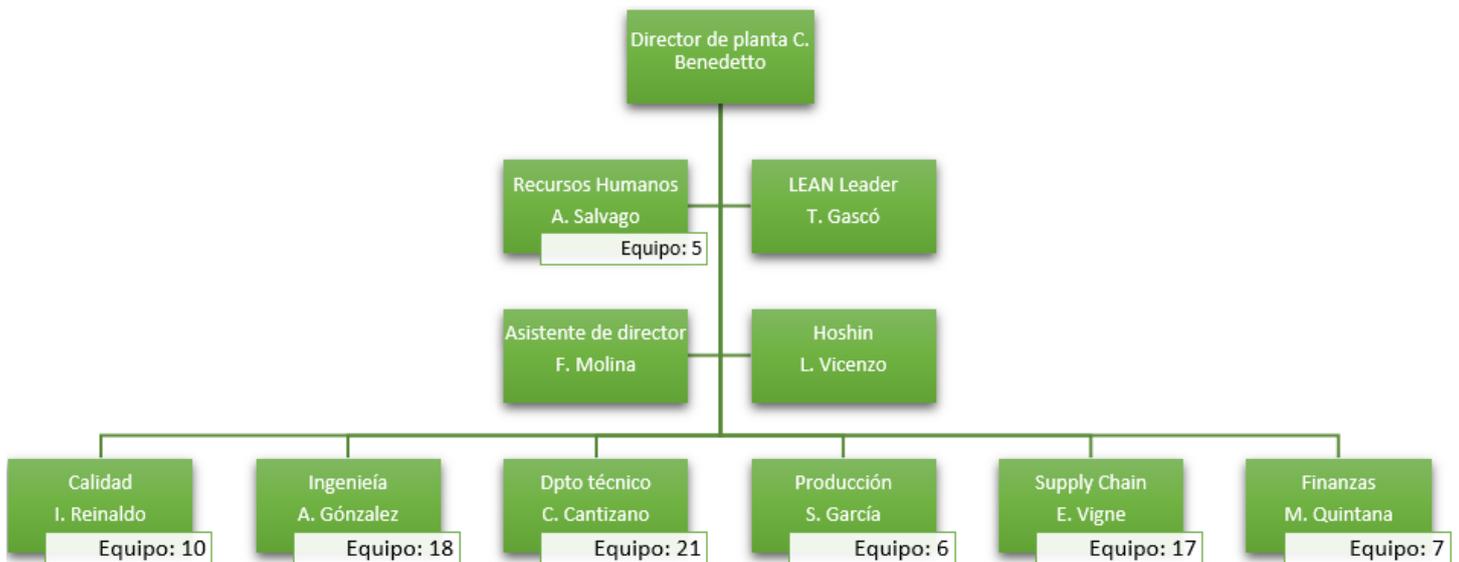


Figura 3. Organigrama de la planta de Meliana. Elaboración propia.

Vemos por tanto que los departamentos de los que consta la empresa serían los siguientes: calidad, ingeniería y mantenimiento, departamento técnico, producción, supply chain, finanzas y hoshin. Este último actúa como brújula y es el encargado de hacer cooperar a toda la empresa en busca de sus objetivos.

Para la elaboración del producto final la empresa cuenta con una capacidad de fabricación interna a la que hay que añadir los productos semielaborados que dependen de los subcontratistas.

Para hacernos una idea del tamaño de la empresa podríamos destacar algunos datos relevantes como su volumen de ventas del año pasado, que ascendió a un total de 91 millones de euros, siendo el coste sobre los bienes vendidos de 74 millones. Todo ello con una capacidad física de 44.000 metros cuadrados (incluye planta de producción y almacén). El número de empleados fijos ascendió a 324.

La empresa divide sus productos en talleres, siendo estos los datos más relevantes de cada uno:

SURYA

Volume: 2,400 units/year
DVC Operators: 130
Semi-automatic process
Lean implementation: 100%



ID

Volume: 2,100 units/year
DVC Operators: 20
Semi-automatic process
Lean implementation: 100%



Electronics

Volume: 36,7 units/year
DVC Operators: 12
Semi-automatic process
Lean implementation: 100%



RCBO

Volume: 2,000 units/year
DVC Operators: 40
Semi-automatic process
Lean implementation: 100%



QPN

Volume: 310 units/year
DVC Operators: 10
Semi-automatic process
Lean implementation: 100%



Figura 4. Talleres internos. Elaboración propia.

3. CONCEPTOS TÉORICOS.

3.1. La estrategia de la empresa. Lean Manufacturing.

Como hemos visto en la presentación de la empresa, Schneider Electric es una multinacional de largo recorrido. Su cúpula está formada por personas muy cualificadas que conocen las técnicas de gestión modernas. Se ha apostado por una fuerte implicación de la dirección en implantar una producción ajustada, lo que se conoce como Lean Production.

El concepto no es nuevo y tiene origen en japonés. Concretamente en el siglo XIX por parte de Sakichi Toyoda, fundador de lo que hoy conocemos como el Grupo Toyota.

Todo comenzó cuando se le ocurrió idear un dispositivo para detectar problemas en los telares, dado que esta era la principal actividad de la empresa por aquel entonces.

Esta idea, además de automatizar el trabajo, añadió un elemento llamado "Jidoka" capaz de detectar si la máquina tenía un error. De este modo, la producción se paraba cuando había algún fallo, evitando de este modo desperdiciar recursos posteriores en un producto (el telar) que ya no tenía sentido seguir fabricando si era defectuoso. Este fue el origen de toda la filosofía que hoy conocemos.

Este sistema permitió incrementar la productividad, dado que ahora un solo operario era capaz de controlar más de una máquina al mismo tiempo.

Así pues, esta filosofía fue evolucionando hasta convertirse en lo que hoy es. Un modelo de gestión que busca eliminar los desperdicios de la producción, obteniendo una situación propicia para que los recursos de la empresa generen valor. Toyota creó por lo tanto metodologías para reducir los desperdicios ya sea en las operaciones productivas como en los procesos o líneas de montaje.

Las características de este sistema son las siguientes:

- Flujo continuo de la línea con el mínimo inventario posible.
- Tamaños de lote pequeños.
- Basa su producción en la demanda y no en la capacidad de las máquinas. Esta producción debe ser sincronizada.
- Pone más énfasis en prevenir el fallo que en detectarlo.
- Trabajo multidisciplinar.
- Implicación de toda la empresa con los objetivos marcados.

Entre los beneficios que aporta este sistema podemos destacar varios, siendo el principal en

nuestro trabajo **la reducción y control de los inventarios**. Como hemos visto anteriormente todo el proceso de suministro de piezas a Túnez tiene el principal inconveniente de no saber con exactitud el stock del que dispone PEC. Aplicar correctamente la metodología lean ayudará a cumplir dicho objetivo.

Además de este cabe mencionar que el Lean aporta mayor robustez a los procesos, permite un aumento de la flexibilidad de la empresa, disminuye el lead time y incrementa el conocimiento de los procesos.

Uno de los objetivos del Lean es, por tanto, bajar el nivel de stock. La explicación es sencilla, los stocks actúan muchas veces como colchón de seguridad frente a la variabilidad de la demanda o los problemas de fabricación. Pero del mismo modo representan una importante inversión de dinero que no puedes invertir o rentabilizar de otro modo.

Dicho de otro modo, un alto nivel de stock oculta los posibles problemas tales como cuellos de botella, calidad, falta de material, etc. El objetivo de reducirlos es precisamente hacer visibles esos problemas para encontrar una solución lo antes posible y eliminar de este modo las causas que originan dichos problemas. Un símil muy ilustrativos sería el del barco sobre un fondo rocoso, como podemos observar a continuación:

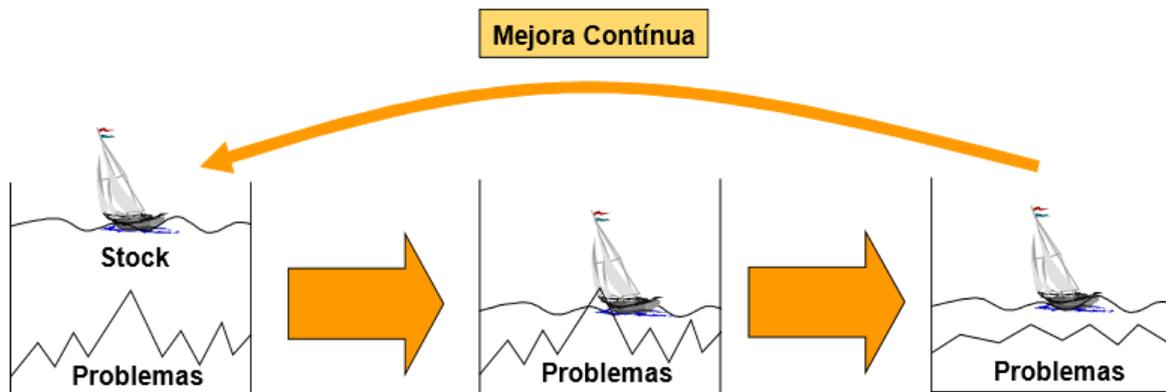


Figura 5. Símil barco.

No podemos bajar los stocks sin resolver antes los problemas, este es un proceso gradual. Una vez detectado que el principal foco de problemas es la transparencia de PEC, se deberán tomar las medidas correctivas pertinentes. Ya que representamos un alto porcentaje del volumen de negocio con nuestro proveedor, nuestro poder de negociación es lo suficientemente fuerte como para establecer con ellos una metodología que ayude a la consecución de los objetivos.

En resumen, la estrategia adoptada por la empresa se centra aplicar los principios básicos del Lean, y este tiene como uno de sus principales objetivos la eliminación de los conocidos como 7 desperdicios.

A continuación, se nombran dichos desperdicios, explicando la situación concreta de cada uno en la empresa objeto de nuestro estudio.

1. DEFECTOS

El nivel de defectos en nuestra empresa ronda el 2-3%. Dado el importante volumen de fabricación que posee la empresa este porcentaje debe intentar reducirse al máximo. Los **3,4 defectos** en un millón de oportunidades es la meta que propone el 6 sigma, vemos por tanto, que nos queda mucho camino por recorrer.

2. SOBREPDUCCIÓN

La creencia de que es aconsejable producir grandes lotes para disminuir los costes de producción está bastante generalizada. Sin embargo, actualmente la dirección tiene bastante claro que este no es el camino que quiere seguir, tratando de evitar precisamente una sobreproducción en productos que quizás luego no llegas a consumir. En el proceso de subcontratación de kits a Túnez, cada referencia que enviamos tiene su tamaño de lote concreto, basándose en aspectos como su coste o tamaño. Como podemos ver hay una clara relación entre el coste unitario de cada pieza y su tamaño de lote, cuanto más caro más pequeño.

Referencia	Precio	Tam. Lote
51002474AE	0,0217	2500
AAV66418	1,4340	600
BBV42897	1,0107	150
3530493ME	0,4904	400
3527227 AL	0,0045	5000
51002444AD	0,0084	10000

Figura 6. Ejemplos de tamaños de lote. Elaboración propia.

3. TIEMPOS DE ESPERA

Por lo general en la planta se trabaja con líneas de producción bastante equilibradas, es decir, los tiempos de ciclo de una estación de trabajo y la siguiente son similares, evitando así cuellos de botella pronunciados.

En el proceso sobre el que versa nuestro estudio, la cadena de suministro a Túnez, sí que se ven claramente tiempos de espera que deberían de intentar reducirse. Ya se mencionó con anterioridad que uno de los cuellos de botella es el proceso en el cual identificamos referencia por referencia en qué almacén se encuentra ubicada.

Cabría destacar también el proceso de aprovisionamiento de las cantidades faltantes de lo que podemos enviar con respecto a lo que nos sugiere enviar el balance. Para el 95% de las cantidades solicitadas disponemos de material suficiente en stock, pero siempre queda un

pequeño porcentaje que obliga a alargar el proceso considerablemente.

4. TRANSPORTE

Este punto es crucial en todos nuestros análisis. Podrían clasificarse dos tipos de transporte:

Externos:

-Camión Meliana-Túnez (con piezas)

Partida: jueves a última hora

Duración: 7-10 días hábiles

-Camión Túnez-Meliana (con kits)

Partida: sábado.

Duración 6 días hábiles.

Internos:

-Transportes almacén-expediciones.

El objetivo es minimizar los transportes necesarios y optimizarlos para ser lo más eficientes posibles.

5. PROCESO

Una regla básica del Lean es la siguiente:

“Es mejor hacer mal lo que hay que hacer, que bien lo que no debemos hacer”

Deberemos por tanto analizar qué procesos son clave en el suministro de material a nuestro subcontratista e intentar optimizar dichos procesos. En nuestro caso los procesos claves serían los explicados anteriormente: la preparación de listas, la revisión de sus facturas, el envío del plan de producción y la transformación de la previsión en pedidos grabados en el sistema

Por el contrario, se deberán eliminar aquellos procesos inútiles. Ejemplos típicos serían los casos donde hacemos algo “por si acaso”.

Además, en nuestro caso deberemos revisar periódicamente los procesos de PEC y la información que intercambiamos con ellos.

6. INVENTARIO

El motivo principal del presente trabajo es atajar este problema. Las acciones correctivas que abordaremos en páginas posteriores tienen como eje común la búsqueda de un mejor control de inventarios. Concretamente, fiabilizar la información del nivel de stock del que disponen será la piedra angular de las alternativas propuestas.

Actualmente trabajamos contra previsión, pero se podría plantear la opción de trabajar contra consumo si de esta forma se consiguen mejores resultados.

7. MOVIMIENTOS

Este punto se encuentra bastante bajo control, dado que el diseño o layout de la planta está estudiado y optimizado para intentar ahorrar movimientos innecesarios. En las estaciones de trabajo en las que es factible, se ha modificado el diseño para que sea el más eficiente, en forma de U. Esto es debido a que este diseño permite tener operarios multidisciplinares.

El esquema general del sistema Lean se podría resumir en la siguiente figura, la cual muestra la casa TPS (Toyota Production System).

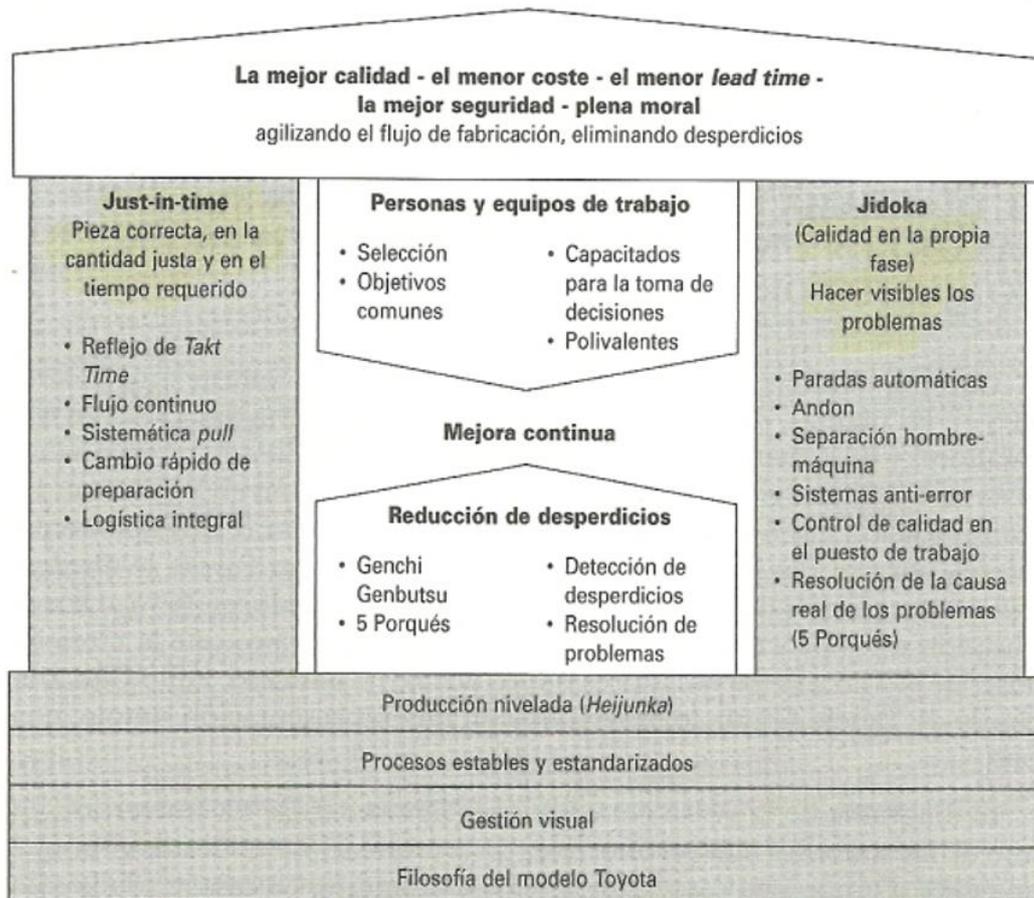


Figura 7. Casa TPS.

3.1.1. Gestión visual. Las 5 S.

Las 5 S consisten en una serie de actividades que tienen como fin facilitar las condiciones que permitan trabajar de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo.

Algunos de los objetivos específicos más importantes de la metodología serían eliminar los desperdicios de la organización y mejorar la calidad de la organización.

Esta metodología se compone de cinco principios fundamentales:

3.1.1.1. Clasificación: Seiri

Clasificar consiste en identificar la naturaleza de cada elemento: Separar lo que realmente sirve de lo que no; identificar lo necesario de lo innecesario, sean herramientas, equipos, útiles o información.

Ventajas:

- Se obtiene un espacio adicional
- Se elimina el exceso de herramientas y objetos obsoletos
- Se disminuyen movimientos innecesarios
- Se elimina el exceso de tiempo en los inventarios
- Se eliminan despilfarros

3.1.1.2. Orden: Seiton

Consiste en disponer de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario. También se debe identificar lugares para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia. Otro aspecto a tener en cuenta es la identificación visual, es decir, que cualquiera sea capaz de entender el proceso viendo las señales.

Ventajas:

- Se reducen los tiempos de búsqueda
- Se eliminan condiciones inseguras
- Se ocupa menos espacio
- Se evitan interrupciones en el proceso

3.1.1.3. Limpieza: Seiso

Sus principios básicos son: integrar la limpieza como parte del trabajo, eliminar la diferencia entre operario de proceso y operario de limpieza y eliminar las fuentes de contaminación, no solo la suciedad.

Ventajas:

- Aumenta la motivación de los colaboradores
- La limpieza aumenta el conocimiento sobre el equipo
- Incrementa la vida útil de las herramientas y los equipos
- Incrementa la calidad de los procesos
- Mejora la percepción que tiene el cliente acerca de los procesos y el producto

3.1.1.4. Estandarización: Seiketsu

Consiste en aplicar los siguientes principios:

- Mantener el grado de organización, orden y limpieza alcanzado con las tres primeras fases; a través de señalización, manuales, procedimientos y normas de apoyo.
- Utilizar evidencia visual acerca de cómo se deben mantener las áreas, los equipos y las herramientas.
- Utilizar moldes o plantillas para conservar el orden.

Una de las herramientas típicas para la estandarización sería los manuales de instrucciones o **procedimientos**. En el presente trabajo se le dará especial importancia a esta herramienta ya que se revelará clave en nuestra metodología.

Otras herramientas a tener en cuenta son las plantillas o los tableros de estándares.

3.1.1.5. Disciplina: Shitsuke

Consiste en aplicar los siguientes principios:

- Fomentar una cultura de respeto por los estándares establecidos
- Promover el hábito del autocontrol acerca de los principios restantes de la metodología
- Promover la filosofía de que todo puede hacerse mejor
- Enseñar con el ejemplo

El principal beneficio de la disciplina es que permite crear el hábito de la organización, el orden y la limpieza a través de la formación continua y la ejecución disciplinada de las normas.



Figura 8. Fábrica Schneider Electric Meliana.



Figura 9. Fábrica Schneider Electric Meliana.

3.2. Reglas de gestión.

El presente trabajo versa sobre la cadena de suministro de una empresa. Por ese motivo, se

creo conveniente definir las reglas de gestión de stock que se deberían seguir con el objetivo final de mantener en todo momento un nivel óptimo de stock

Las reglas definidas son aplicables a todos los materiales, tanto productos acabados, semielaborados como materias primas.

A continuación, se detallarán los siguientes conceptos relacionados con la gestión de stock:

- Ciclo de vida de un producto
- Estrategia de aprovisionamiento (Oferta Logística)
- Parámetros de gestión de stock

3.2.1. Ciclo de vida de un producto

Todo producto pasa por diferentes fases durante su ciclo de vida, desde el inicio de la comercialización hasta su fin de vida y posible obsolescencia.

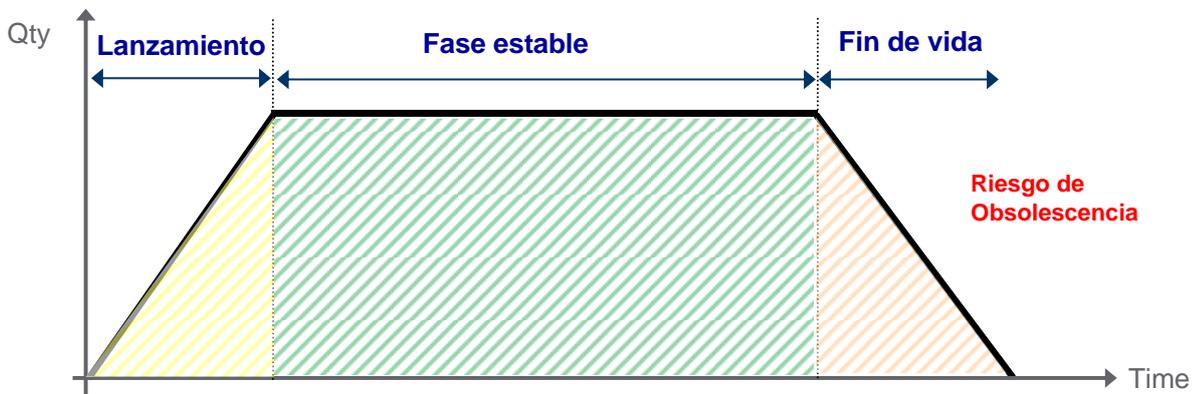


Figura 10. Ciclo de vida de un producto.

Lanzamiento: se caracteriza por ventas irregulares y carencia de histórico. En base a las previsiones comerciales se puede definir un SS (Stock de Seguridad) superior al teórico a fin de garantizar la disponibilidad de materiales ante los primeros pedidos de clientes.

Fase estable: en esta fase las ventas son estables y el gestor debe concentrarse en la optimización de parámetros para ajustar el stock a la demanda garantizando la calidad del servicio.

Fin de vida: durante la descomercialización de un producto se deben revisar los parámetros con más frecuencia de lo habitual, reduciendo Stock de Seguridad y Tamaño de Lote para evitar la generación de posibles obsoletos. Conviene revisar SS mensualmente y llevar seguimientos de las referencias nuevas.

Obsoleto: cuando un material no puede ser vendido a ningún cliente, por razones técnicas o comerciales, se considera obsoleto. Los materiales obsoletos deben identificarse, aislarse físicamente del resto de materiales y tomar las siguientes medidas:

- Eliminar el Stock de Seguridad en SAP, para evitar reposiciones
- Definir un tamaño de lote igual a 1
- Impedir la generación de previsiones en SAP
- Regularmente debe revisarse la lista de materiales obsoletos y tomar acciones correctivas:
 - 1) Intentar aprovechar componentes o reconvertir a material vendible
 - 2) Solicitar autorización para su destrucción a finanzas.

3.2.2. Estrategia de aprovisionamiento.

Existen varias estrategias básicas de aprovisionamiento, las más utilizadas son:

- MTS (Make-To-Stock): el material está disponible en stock mediante la definición de un stock de seguridad. Las reposiciones de este material están destinadas a cubrir el stock de seguridad más las salidas fijas en el sistema (pedidos de cliente, previsiones, etc).
- MTO (Make-To-Order): el material no está disponible en stock (SS=0) sino que se fabrica/compra en el momento de recibir el pedido. El plazo de entrega a cliente es el plazo de fabricación.
- ATO (Assemble-To-Order): Los productos que caen en esta categoría se caracterizan por estar previamente diseñados, y sus partes constitutivas construidas, pero no ensambladas (al menos no todas). Sólo es hasta que el cliente define las últimas características del producto, que el ensamble se lleva a cabo.
- ETO (Engineering-To-Order): El supuesto básico en ETO es que el proceso es único e irreplicable, en el que el cliente define prácticamente todas las características del producto (incluido su diseño más básico).

3.2.3. Parámetros de gestión.

3.2.3.1. Clasificación ABC

Todos los materiales deben tener una clasificación ABC conocida. Está vendrá dada por la

aplicación de la regla “Pareto” (80% - 15% - 5%) sobre el consumo valorizado de los materiales.

Al ser un porcentaje, este dependerá del perímetro escogido. En general el perímetro a escoger para un análisis ABC será por planta y por tipo de producto (Producto Acabado, Semielaborado y Materia Prima).

Para calcular la clasificación ABC de un perímetro dado:

- 1) Para cada material calcular el consumo medio valorizado (euros) de los últimos 12 meses.
- 2) Ordenar decrecientemente según el consumo medio valorizado.
- 3) Sumar el consumo medio valorizado de todos los materiales (Consumo Total).
- 4) Los primeros materiales hasta el 80% del Consumo Total serán clasificados como A, los siguientes hasta un 95% del Consumo Total como B y el 5% restante como C.

3.2.3.2. Clasificación FMR

Todos los materiales deben tener una clasificación FMR conocida. Esta viene dada por la aplicación de la siguiente regla:

F (Frecuente): material con más de 1 movimiento por semana (consumo o venta).

M (Medio): material con más de 1 movimiento al mes, pero menos de 1 por semana.

R (Raro): material con menos de 1 movimiento al mes.

3.2.3.3. Plazo de entrega (Lead Time)

Producto Acabado: Es el tiempo transcurrido entre la recepción del pedido y la expedición física del mismo o la entrega física al cliente.

Componentes: Es el tiempo transcurrido entre el envío del pedido y la recepción física del mismo. Se denomina “Procurement Lead Time (PLT)”.

Los plazos de entrega objetivo para el material de compra son:

- Para Proveedores Locales:

	F	M	R
A	1 día	10 días	20 días
B			
C			

- Para Proveedores No-Locales:

	F	M	R
A			
B	5 días	10 días	20 días
C			

La reducción del plazo de entrega es de máxima importancia ya que implica una reducción de stock y un mejor servicio a clientes.

3.2.3.4. Stock de Seguridad (SS)

Con el objetivo de garantizar la calidad de servicio al cliente, para los materiales MTS (Make-To-Stock) se debe definir un Stock de Seguridad que cubra demanda real superior a las previsiones.

La fórmula a aplicar para el cálculo será diferente en función del punto del ciclo de vida de producto en el que se encuentre el artículo de nuestro análisis:

A) Durante la fase de madurez:

$$SS = 2,06 \times \text{Desviación típica del consumo diario} \times \sqrt{\text{plazo}}$$

(2,06 para una tasa de servicio del 98%)

B) Durante las fases de introducción en el mercado, crecimiento y declive:

$$SS = \text{Coeficiente} \times \text{Media consumo diario} \times \sqrt{\text{plazo}}$$

El coeficiente vendrá determinado por la reactividad del proveedor, siendo:

	F	M	R
A	3	5	5
B	5	7	7
C	7	10	10

Figura 11. Coeficiente para un proveedor con mala reactividad.

	F	M	R
A	2	3	3
B	3	5	5
C	5	8	8

Figura 12. Coeficiente para un proveedor con buena reactividad.

Las fórmulas de cálculo son una guía para el gestor, que podrá adaptar el valor en función de su propia experiencia.

La frecuencia de revisión por artículo será trimestral. Si el SS definido presenta una diferencia de más / menos 25%, el gestor tendrá que justificar los motivos.

3.2.3.5. Cantidad máxima de pedido (Q-max)

Para los materiales con Stock de Seguridad (materiales MTS), la Q-max define la cantidad máxima que se servirá en el plazo definido en la Oferta Logística, el resto hasta la cantidad total solicitada por el cliente se servirá en el plazo de aprovisionamiento.

El objetivo de la Q-max es detectar los pedidos elefante y tratarlos aisladamente, para evitar potenciales rupturas a otros clientes.

La Qmax debe ser revisada al menos una vez cada 6 meses o en casos de fuerte desviación de la demanda.

Está prohibido poner Qmax =1.

La Qmax debe estar redondeada a la precontada más próxima.

La Qmax nunca debe ser mayor del SS (salvo en casos de bajada voluntaria del SS puntual)

No se debe bajar la Qmax en casos de crisis para proteger el nivel de servicio.

Reglas de dimensionado de la Qmax:

- En referencias M y R → 100% del SS
- En referencias F → 70% del SS

3.2.3.6. Estrategia de Planificación

Existen diferentes estrategias para planificar la producción y el aprovisionamiento de materiales,

la elección de una u otra dependerá de varios factores:

- Para materiales de difícil almacenamiento (muy voluminosos, pesados, etc) o de mucho valor → Just-In-Time, siempre que sea posible (proveedor local, flexibilidad, etc).
- Para materiales de consumo regular → Kanban (interno y externo)
- Si se dispone de previsiones fiables → Punto de pedido dinámico
- Si no se dispone de previsiones fiables → Punto de pedido fijo

3.2.3.6.1. Punto de Pedido Fijo (Fixed Re-Order Point)

Cuando no se disponga de previsión de ventas y el plazo de entrega sea inferior al plazo de aprovisionamiento, la estrategia de planificación recomendada es la de “Punto de Pedido Fijo”. Esta se caracteriza por:

- Definir un nivel de stock tal que cuando el stock real sea inferior a éste se genere un pedido de reposición (Punto de Pedido ó Re-Order Point – ROP):

$$ROP = SS + D * FDU$$

- SS = Stock de Seguridad (ver apartado 4.3.4)
 - D = Plazo de entrega en días (Lead Time)
 - FDU = Consumo diario previsto (si no hay previsiones utilizar el consumo diario medio de los últimos 6 meses)
- El Punto de Pedido debe cubrir el periodo de aprovisionamiento más las eventuales variaciones de la demanda durante tal periodo.
 - El Punto de Pedido debe revisarse como mínimo trimestralmente, ya que al ser independiente de las variaciones en la demanda se podrían generar obsoletos o rupturas de stock.

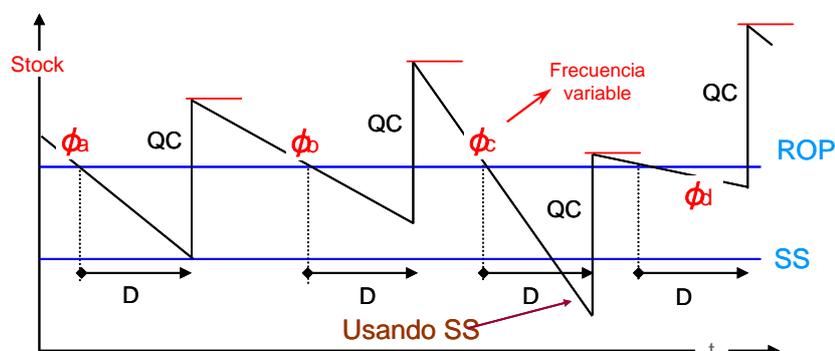


Figura 13. Nivel de stock con punto de pedido fijo.

3.2.3.6.2. Punto de Pedido Dinámico (Dynamic Re-Order Point).

Cuando se disponga de previsión de ventas y esta pueda introducirse en el sistema (MRP), la estrategia recomendada es la del **Punto de Pedido Dinámico**. Sus características son:

- El punto de pedido no es fijo, sino que variará en función de la previsión de la demanda:
 - Suponiendo un plazo de aprovisionamiento de 5 días, cuando el stock proyectado (previsión) alcanza el Stock de Seguridad en el día D (futuro), el sistema propondrá enviar un pedido de reposición en el día D-5.
- El stock total se adaptará mucho mejor a las variaciones de la demanda y el riesgo de generar obsoletos es menor que con el *Punto de Pedido Fijo*.
- Si las previsiones son acertadas, el stock máximo que se debería tener de cada referencia es $SS + QC$, y el stock medio (Green Stock) será $SS + \frac{1}{2}QC$. El stock que exceda de $SS + \frac{1}{2}QC$ se conoce como "Red Excess Stock" y se deben analizar sus causas para tomar acciones correctivas.
- El Stock de Seguridad, así como el tamaño de lote, deben revisarse trimestralmente. El gestor revisará los valores teóricos propuestos y los ajustará según su criterio/experiencia.

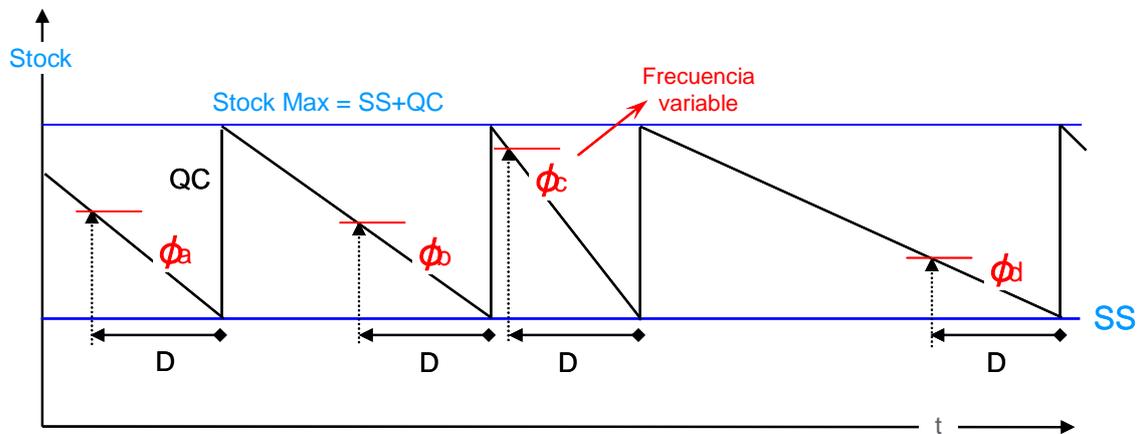


Figura 14. Nivel de stock con punto de pedido dinámico.

3.2.3.6.3. Kanban.

¿QUÉ ES?

- Kanban significa tarjeta o tablero. Es un sistema de información que controla la producción según las necesidades reales de cliente, tanto en cantidad como en tiempo. Por ello, el kanban se considera un sistema que utiliza metodología JIT (Just In Time), y sistema de flujo PULL (producción iniciada tras la necesidad de un cliente).

- Cuando el cliente consume productos se genera una señal de inicio de producción, la tarjeta.
- Puede utilizarse tanto en interno (flujo almacén → puesto de trabajo) como en externo (incluyendo al proveedor en el ciclo).

¿CUÁNDO UTILIZAR KANBAN?

Los sistemas kanban tienen utilidad en productos con consumo regular y frecuente con desviaciones de demanda baja y alta frecuencia de reaprovisionamiento.

PRINCIPIOS KANBAN

1. Eliminación de desperdicios.
2. Mejora continua
3. Participación plena del personal
4. Flexibilidad de la mano de obra.
5. Organización y visibilidad

VENTAJAS

- Reducción en los niveles de inventario.
- Reducción en WIP (Work in Process).
- Reducción de tiempos muertos.
- Flexibilidad en la calendarización de la producción y la producción en sí.
- Promueve el trabajo en equipo.
- Propende a la limpieza y mantenimiento.
- Provee información rápida y precisa.
- Evita sobreproducción.
- Minimiza Desperdicios.
- Bien dimensionado evita rupturas de stock

DESVENTAJAS

- Un plazo de abastecimiento demasiado grande excluye la elección del método Kanban. Pues tendría muy desocupados a los trabajadores.
- El sistema no tiene ninguna anticipación en caso de fluctuaciones muy grandes e imprevisibles en la demanda. Puede anticiparse a ellas pero no solucionarlas.
- Es difícil de imponerles este método a los proveedores.
- La disciplina es indispensable para garantizar que nunca falte material
- La frecuencia de paso del tren debe ser respetada

- Exige un control y disciplina en el uso de tarjetas

CÁLCULOS

Antes de implementar un sistema kanban hay que realizar un estudio para analizar que materiales son susceptibles de trabajar en dicho sistema, tienen que ser materiales con plazo de entrega reducido y poca variabilidad.

Los materiales que serán apropiados para trabajar en sistema kanban serán aquellos materiales clasificados como AF, AM, BF, y BM dentro de las categorías ABC y FMR. Además se encontrarán en la zona verde o amarilla del cuadro adjunto, es decir aquellos con lead time < 10 días, y coeficiente de variabilidad < 0.75.

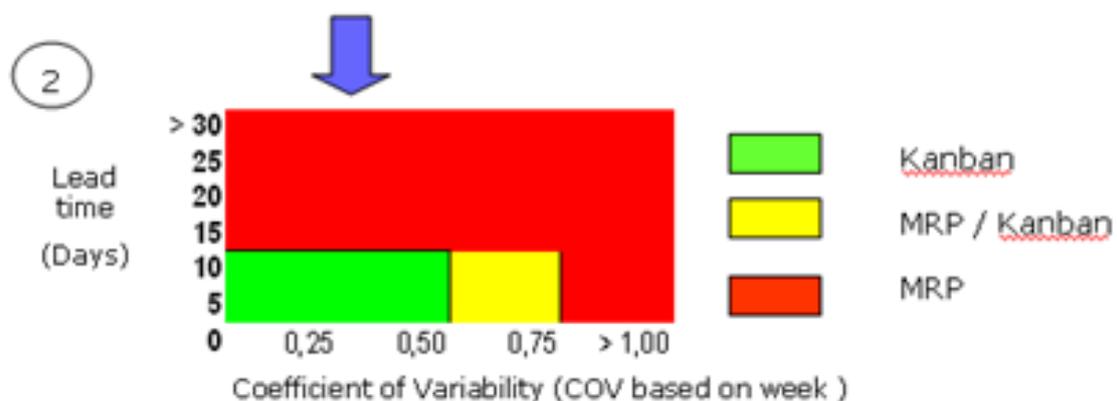


Figura 15. Coeficiente de variabilidad.

El coeficiente de variabilidad se calculará en función de la desviación típica y el consumo diario:

$$\text{COV} = \text{Desviación típica} / \text{consumo medio diario}$$

Además, es necesario tener en cuenta otros parámetros como riesgos en proveedor, si el material está en fin de vida, tasa de servicio de proveedor, posibles problemas de calidad asociados al material, etc.

Existen dos tipos de kanban:

KANBAN PROVEEDOR → De fábrica con proveedor

KANBAN INTERNO → De almacén con puestos de trabajo

KANBAN PROVEEDOR

Para el cálculo de número de tarjetas en un kanban con proveedor se puede utilizar la siguiente fórmula:

Número de tarjetas = N

Consumo diario = Cd (también se puede utilizar la previsión)

Lead time = LT

Stock seguridad = SS

Q_{caja} = Cantidad por caja

$$N = \frac{C_d \times LT + SS}{Q_{caja}}$$

Es difícil establecer kanban con proveedores pero es posible trabajar con punto de pedido que está basado en un principio kanban, esto debe conllevar una revisión mensual.

KANBAN INTERNO

Para los kanban almacén – puesto de trabajo la fórmula empleada es la siguiente:

$$Q_{caja} = \frac{C_{max} * 2 * F}{N - 1}$$

C_{max} = Consumo máximo del puesto de trabajo (UN/h)

F = Frecuencia de reposición (h)

N = Número de tarjetas

Q_{caja} = Cantidad por caja

Regla del Kanban: SIEMPRE COMO MÍNIMO 2 TARJETAS

La revisión debe realizarse al menos una vez al año o si hay variaciones importantes en la demanda, capacidad de línea o frecuencias de reaprovisionamiento

PROCEDIMIENTO

1. Cálculo de referencias a trabajar por Kanban para cada línea.
2. Cálculo de capacidades máximas por puesto de trabajo.

3. Suministro del subcontratista/proveedor o frecuencia del tren (Interno).
4. Cálculo Kanban. Según las características y el modo de cálculo utilizaremos una de las dos fórmulas detalladas anteriormente.
5. Cálculo Kanban se debe ajustar a la precontada de los materiales.
6. Comprobar que las estanterías son suficientes para el cálculo Kanban para cada referencia.
7. Creación de tarjetas para cada referencia y cantidad según cálculo Kanban y del mismo color que las de las células.
8. Creación de dos tarjetas rojas por cada referencia.

3.2.3.6.4. MRP. Material Requirements Planning.

La Planeación de Requerimientos de Materiales (Material Requirements Planning), es un procedimiento sistemático de planificación de componentes de fabricación, el cual traduce un Plan Maestro de Producción en necesidades reales de materiales, en fechas y cantidades. Funciona como un sistema de la información con el fin de gestionar y programar de manera eficiente los pedidos de reabastecimiento.

El siguiente gráfico muestra los datos de entrada que necesita un MRP para poder funcionar correctamente:

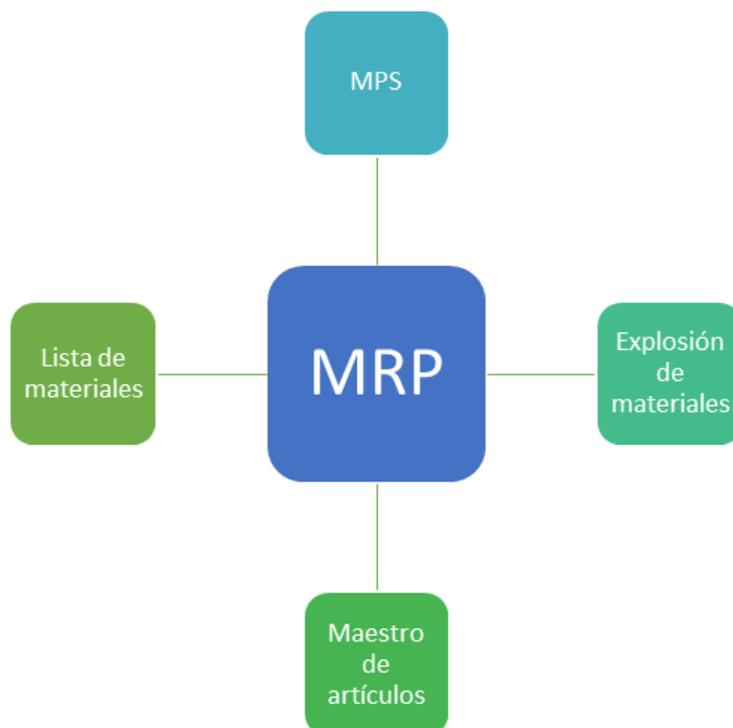


Figura 16. Datos de entrada necesarios en un MRP.

- **MPS:** Plan Maestro de Producción que nos indica las demandas independientes.
- **Maestro de artículos:** Listado de todos los artículos de demanda independiente.
- **Lista de materiales:** Listado de todos los materiales que se precisan para la obtención de los artículos de demanda independiente.
- **Explosión de materiales - BOM:** Registro donde figuran todos los componentes de un artículo, su relación padre - hijo y las cantidades de uso estandarizadas establecidas por diseño e ingeniería. Para entenderlo mejor veamos el siguiente árbol de estructura:

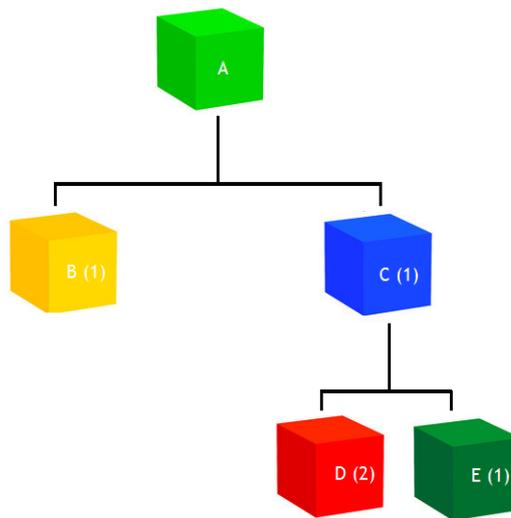


Figura 17. Explosión de materiales.

La explosión de materiales debe suministrarnos la información referente a por ejemplo cuantas unidades de cada parte se requieren para producir 200 unidades de A. En este caso serían:

Código de parte	Cantidad
A	200
B	200
C	200
Código de Materia Prima	Cantidad
D	400
E	200

Programación de requerimientos brutos:

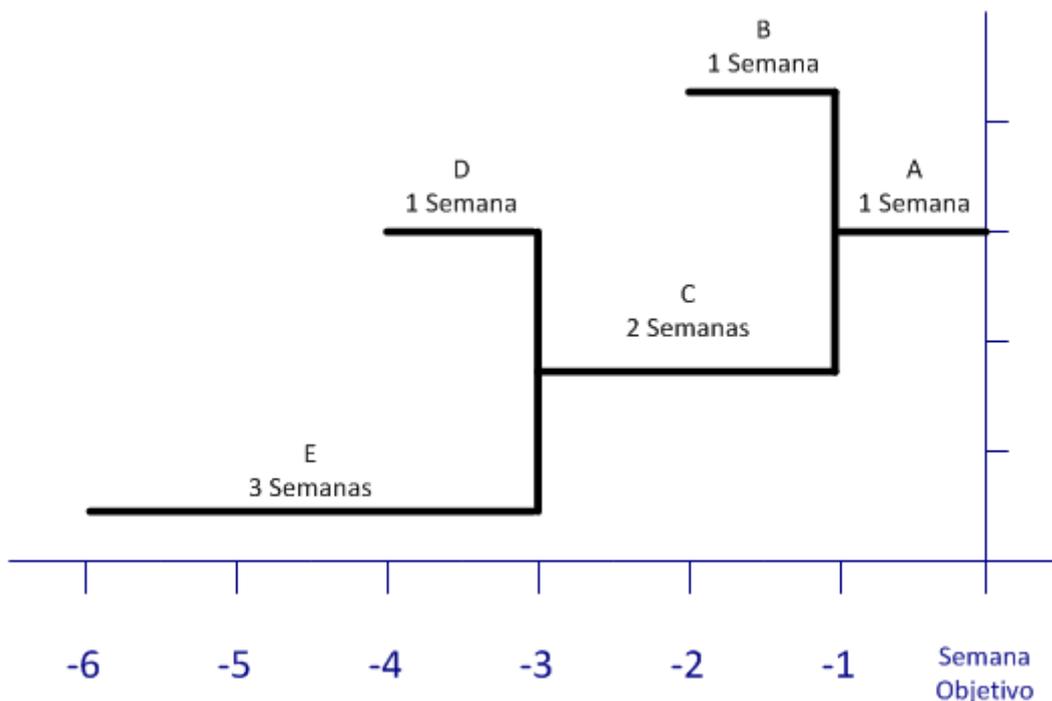
Tiene lugar en el caso de que nuestro proceso no se vea afectado por inventarios, ni recepciones

programadas, lo cual se ajusta poco a la realidad, sin embargo, debe considerarse como una forma de evaluar nuestro plan en condiciones ideales, en tal caso podemos obtener información referente a las actividades críticas promedio y a las actividades con holgura, información sumamente relevante en materia de negociaciones y programación de la producción. Para ello debemos considerar entonces el lead time de cada componente, definamos lead time como el ciclo en términos de tiempo que se requiere para que el producto se encuentre disponible una vez sus partes se encuentren dispuestas. En el caso de que los componentes sean materias primas, el lead time será el tiempo que tarda en estar la materia en las instalaciones de la compañía a partir de que se emite la orden de compra al proveedor.

Supongamos que para el ejemplo que trabajamos en la explosión de materiales los lead times se relacionan así:

Código	Lead Time
A	1 Semana
B	1 Semana
C	2 Semanas
D	1 Semana
E	3 Semanas

Entonces es conveniente diagramar en un eje de tiempo el árbol de la estructura del producto:



Así podemos observar que de plantearnos una fecha objetivo de obtención del producto

terminado A, hemos de producir el componente C 3 semanas antes de la semana objetivo, por ejemplo. Así que el tiempo mínimo de obtención de A es de 6 semanas, suponiendo la consecución de todos sus componentes. Esta relación de tiempo puede tabularse en conjunto con las cantidades de la explosión de materiales, y nos quedará un Plan de Requerimientos Brutos como el que se muestra en la siguiente figura:

		Semanas							Lead time
		1	2	3	4	5	6	7	
A	Fecha en que se precisan	200							1 Semana
	Fecha de liberación de orden	200							
B	Fecha en que se precisan	200							1 Semana
	Fecha de liberación de orden	200							
C	Fecha en que se precisan	200							2 Semanas
	Fecha de liberación de orden	200							
D	Fecha en que se precisan	400							1 Semana
	Fecha de liberación de orden	400							
E	Fecha en que se precisan	200							3 Semanas
	Fecha de liberación de orden	200							

Figura 18. Plan de requerimientos brutos.

Programación de requerimientos netos:

Aquí se determinan las condiciones para el lanzamiento de las órdenes proyectadas, tanto órdenes de compra, como órdenes de fabricación. Su diferencia respecto a la programación de requerimientos brutos es la inclusión de inventarios, niveles de seguridad y recepciones programadas, ajustándose al devenir de la producción real. Así mismo, en dicha programación se aplica el tamaño de lote determinado para cada componente.

Para el ejemplo que hemos venido trabajando en este módulo agregamos algunas recepciones programadas y establecemos inventarios iniciales para todos los componentes, de esta forma podemos efectuar una programación de requerimientos netos. La formulación que utilizamos es simple:

- Inventario Disponible (período i) = Inventario Proyectado (período i -1)
- Requerimientos Netos (i) = Requerimientos brutos (i) - Inventario Disponible (i)
- Recepción Planeada (i) = Sí los requerimientos netos son mayores a 0, debe efectuarse una recepción planeada por el tamaño del lote, en el caso de ser LXL (lote por lote) corresponde al requerimiento neto.
- Inventario Proyectado (i) = Inv. Disponible (i) + Recepción planeada (i) + Recepción Programada (i) - Requerimientos Brutos (i)

- Liberación Planeada = Según el período en que se planeó una recepción esta deberá liberarse tantos períodos antes como sea el tamaño del lead time.

La Programación de Requerimientos Netos será entonces así:

Tamaño del lote	Lead Time	Inventario Inicial	Inv. Seguridad	Código	Semanas							
					1	2	3	4	5	6	7	
LXL	1	75	0	A	Requerimientos brutos							200
					Inventario Disponible	75	75	75	75	75	75	75
					Recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
					Requerimientos Netos							125
					Recepción planeada							125
					Inventario Proyectado	75	75	75	75	75	75	0
Liberación planeada						125						

Tamaño del lote	Lead Time	Inventario Inicial	Inv. Seguridad	Código	Semanas							
					1	2	3	4	5	6	7	
LXL	1	25	0	B	Requerimientos brutos						125	
					Inventario Disponible	25	25	25	75	75	75	0
					Recepción programada	0	0	50	0	0	0	0
					Requerimientos Netos						50	
					Recepción planeada						50	
					Inventario Proyectado	25	25	75	75	75	0	0
Liberación planeada					50							

Tamaño del lote	Lead Time	Inventario Inicial	Inv. Seguridad	Código	Semanas							
					1	2	3	4	5	6	7	
LXL	2	50	0	C	Requerimientos brutos						125	
					Inventario Disponible	50	50	50	50	50	50	0
					Recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
					Requerimientos Netos						75	
					Recepción planeada						75	
					Inventario Proyectado	50	50	50	50	50	0	0
Liberación planeada				75								

Tamaño del lote	Lead Time	Inventario Inicial	Inv. Seguridad	Código	Semanas							
					1	2	3	4	5	6	7	
LXL	1	20	0	D	Requerimientos brutos				150			
					Inventario Disponible	20	20	20	50	0	0	0
					Recepción programada			30				
					Requerimientos Netos				100			
					Recepción planeada				100			
					Inventario Proyectado	20	20	50	0	0	0	0
Liberación planeada			100									

Tamaño del lote	Lead Time	Inventario Inicial	Inv. Seguridad	Código	Semanas							
					1	2	3	4	5	6	7	
LXL	3	0	0	E	Requerimientos brutos				75			
					Inventario Disponible	0	0	15	15	0	0	0
					Recepción programada		15					
					Requerimientos Netos				60			
					Recepción planeada				60			
					Inventario Proyectado	0	15	15	0	0	0	0
Liberación planeada	60											

Figura 19. Programación de requerimientos netos.

3.3. ERP.

Schneider trabaja con el sistema SAP, uno de los principales ERP a nivel global. Como definición preliminar se podría simplificar diciendo que un ERP es un sistema de información que aglutina gran parte de los datos de una empresa, facilitando de este modo el análisis de datos. La empresa subcontratada PEC, por contra, no dispone de este sistema, por lo que trabajamos con ellos manteniendo un flujo semanal de intercambio de información.

Se utilizará en el presente trabajo en muchas ocasiones expresiones referidas al sistema SAP, por lo que conviene estar familiarizado con ellas. Por ejemplo, en adelante al usar el término **transacciones** nos estaremos refiriendo a las correspondientes ventanas o apartados del SAP de donde extraeremos (o introduciremos) la información necesaria.

Dada la importancia de este concepto en el entorno empresarial actual, a continuación se explicará más detalladamente que es un ERP.

3.3.1. Qué es un ERP.

El término ERP es el acrónimo de “Enterprise Resources Planning” y su traducción al castellano es “Planificación de recursos empresariales”. Éstas son algunas definiciones que se le han dado:

Según Holland y Light, un ERP automatiza las actividades corporativas nucleares, tales como: fabricación, recursos humanos, finanzas y gestión de la cadena de abastecimiento, incorporando las mejores prácticas para facilitar la toma de decisiones rápida, la reducción de costes y el mayor control directivo (Holland & Light 1999).

Según McGaughey y Gunasekaran, un ERP es un sistema de información que integra procesos de negocio, con el objetivo de crear valor y reducir los costos, haciendo que la información correcta esté disponible para las personas adecuadas y en el momento adecuado para ayudarles a la toma de decisiones en la gestión de los recursos de manera productiva y proactiva. Los ERP son paquetes de software multimódulo que sirven y dan soporte a múltiples funciones en la empresa (McGaughey & Gunasekaran 2009).

Existen algunas características esenciales que ha de tener un ERP para poder considerarlo como tal:

- **Software.** Cuando se habla de un ERP, se está hablando de un software, una aplicación informática.

- **Integrado.** El software debe integrar los diferentes procesos de la organización, a través de una única Base de Datos y un dato único. Al decir los diferentes procesos de la empresa, se deben incluir todos los procesos básicos de una empresa, como son la contabilidad y finanzas, la gestión de producción, almacén, compras, ventas, recursos humanos, marketing, etc.
- **Modular.** El software debe ser modular, para que pueda ser considerado un ERP. Es decir, debe tener módulos, que pueden o no ser activados en función de la necesidad de la organización que lo vaya a utilizar. Los módulos suelen coincidir con áreas o funciones de las organizaciones, y nivel de gestión dentro de ello. Por ejemplo, los sistemas ERP suelen tener módulos como el módulo de RRHH, módulo de Producción, de Gestión de Almacenes, de contabilidad, de Gestión de Costes, o el Módulo de Gestión de activos fijos, por poner algunos ejemplos. Cada empresa, según sus necesidades, activa los módulos que pueda necesitar, que pueden ser diferentes.
- **Standard.** Un sistema ERP debe ser un sistema estándar, no un programa que se desarrolla y programa en cada ocasión que se implanta. Evidentemente, es configurable (como veremos más adelante) pero es un sistema Standard que se instala, y se configura. No se desarrolla cada vez, sino que es un software comercial (aunque pueda ser software libre).
- **Proceso de negocio.** Un sistema ERP está basado en procesos de negocio, y no en actividades particulares, por ejemplo, de cada departamento. Estos procesos de negocio que proponen los ERP, y que por tanto pueden gestionar, están basados en las mejores prácticas de muchos sectores. Por ello, los ERP pueden ser utilizados en todo tipo de empresas.
- **Configurable.** También debe ser Adaptable a las necesidades particulares del negocio de cada organización, lo que se conoce normalmente como “configuración” o “parametrización” del sistema. Estas opciones de configuración permiten que un mismo sistema, un mismo SW estándar, pueda trabajar de muchas formas diferentes. Por ejemplo, con un criterio FIFO o LIFO en la valoración de artículos, o con capacidad finita o infinita en la planificación de los recursos productivos, o con un inventario controlado por ubicaciones (y su nivel de detalle) y/o por Nº de lote, etc.

4. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA: ANTECEDENTES, MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN.

4.1. Introducción.

Concretamente, el proceso que se va a analizar en el presente trabajo es el flujo de materiales entre la empresa y uno de sus subcontratistas, localizado en Túnez.

El proceso es el siguiente:

Derivamos una parte de nuestra producción a Túnez (en adelante PEC, nombre de la empresa en cuestión) buscando abaratar costes. Evidentemente, dado que al subcontratar se pierde control sobre el proceso se seleccionarán aquellos productos con un menor impacto en la empresa. Los kits seleccionados serán los resultantes de analizar su criticidad, coste, complejidad, volumen de producción, etc.

Este proceso también se conoce como **outsourcing**. Los principales motivos por los que se recurre a este sistema serían los siguientes:

- Para centrarse en las áreas de negocio críticas
- Reducción de costes
- Acceso a expertos en el sector
- Reducción de riesgos
- Para obtener flexibilidad en el proceso productivo

Entre los factores clave para tener éxito se encuentra la capacidad de establecer una estrecha relación con el proveedor en cuestión. La comunicación entre ambos debe ser fluida y precisa. Dado que la empresa Schneider se trata de una empresa de origen francés, resulta evidente que uno de los principales motivos de elegir Túnez como proveedor fue que este se trata de un país francófono, facilitando de este modo una correcta comunicación entre ambas partes.

A continuación, se muestra la lista completa de kits que se ha encargado a Túnez que nos abastezca. Cabe recordar que estos kits son un conjunto de piezas montadas y procesadas, ergo PEC necesita disponer de las piezas necesarias para su elaboración. Cada uno de ellos tiene una estructura diferente de piezas.

KIT
PBR10180NBT
PBR10981NBT
R10382NBT
CAPBOTPR
S1B75409
R10190NBT
PBR10190NBT

R10192NBT
R10376NBT

4.2. Montaje de los kits

En este punto se verá la hoja descriptiva del proceso de montaje de los kits que nos suministra PEC. El kit en cuestión mostrado es el R10192NBT.

Así pues, este es el proceso de montaje del kit R10192NBT que tiene lugar en la empresa subcontratada PEC una vez esta dispone del material necesario.



Hoja descriptiva del proceso

DETALLE DOCUMENTOS

DESCRIPCIÓN PROCESO: Montaje	OPERACIÓN: Montaje
CATÁLOGO: Instrucciones visuales	
HERRAMIENTAS:	
KIT: R10192NBT	Revisión: 01/03/2016
NÚMERO DE PÁGINAS: 3	

SÍMBOLOS PROCESO

			
EPI'S		SÍMBOLOS CALIDAD 	
		<input checked="" type="checkbox"/>	ACEPTADO
		<input type="checkbox"/>	RECHAZADO

Lista de materiales de entrada						
						
51202210	S1A60018	51202209 AD	S1B35171	S1B35170	S1A61054	Carcasa

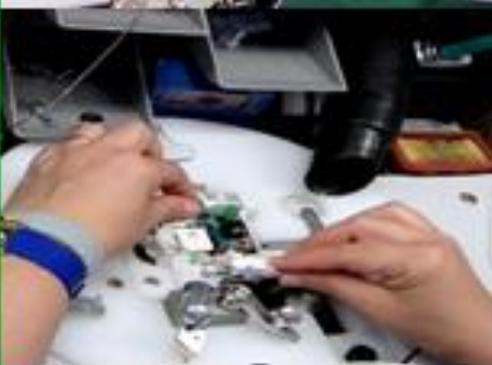
Lista de equipamiento

SOLDADOR

Lista de materiales de salida	
Ilustración	
Descripción	Kit soldado

Acción	Tiempo ciclo (s)	Ilustración
Pegado de DATAMATRIX en base	7,416	

Desplazar Data a P1	1,152	
Posicionar base en útil y poner en meca	5,508	
Posicionar borna + Plage Hilo	5,076	
Escanear carta electrónica y posicionar en base	14,22	

TT de lectura	3,348	
Soldadura 1 Plage + Hilo	4,752	
Tiempo de soldadura 1er plage	14,472	
Posicionar bornier	5,4	

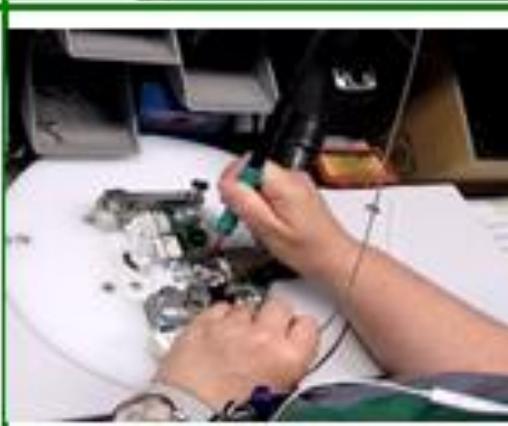
<p>Posicionar 2a borna+plage</p>	<p>11,808</p>	
<p>Posicionar conexión y soldadura/conexión plage</p>	<p>12,312</p>	
<p>Tiempo de soldadura 2a plage</p>	<p>14,472</p>	
<p>Liberar aparato y evacuar</p>	<p>3,456</p>	

Figura 20. Instrucciones visuales del montaje del kit.

4.3. Método actual de trabajo.

4.3.1. Descripción del proceso.

Lo primero es definir que nuestro sistema actual es un MRP (Material Requirements Planning), el cual consiste en un procedimiento sistemático de planificación de componentes de fabricación, que traduce el Plan maestro de producción en necesidades reales de materiales, con cantidades y fechas concretas. El MRP funciona como un sistema de información con el objetivo de programar eficazmente los pedidos de reabastecimiento.

Así pues, se funciona de la siguiente forma:

En base a una previsión, introducimos en el sistema SAP las cantidades que necesitaremos recibir semanalmente de los kits listados anteriormente. Solemos tener un horizonte de unos dos meses. Nos organizamos creando un pedido por semana, es decir, un pedido comprende las cantidades de cada kit que se esperan recibir en la fecha requerida.

En la tabla mostrada a continuación se observa un ejemplo:

KIT	Nº de pedido	Posición	Entrega	Cantidad
PBR10180NBT	4504028347	1	14/10/2016	900
PBR10981NBT	4504028347	2	14/10/2016	850
R10382NBT	4504028347	4	14/10/2016	1.512
CAPBOTPR	4504028347	6	14/10/2016	6.370
S1B75409	4504028347	7	14/10/2016	2.400
R10190NBT	4504028347	8	14/10/2016	1.566
PBR10190NBT	4504028347	9	14/10/2016	2.916
R10192NBT	4504028347	10	14/10/2016	594
R10376NBT	4504028347	11	14/10/2016	504

Este paso es vital, ya que el hecho introducir las cantidades que necesitaremos de cada kit va a repercutir en las necesidades de material (piezas) que serán necesarias mandar al proveedor para que este pueda fabricar el producto.

Habrà que tener en cuenta a la hora de enviar las piezas que necesiten los tiempos que se tardan en llevar el material a Túnez, fabricar el kit y el posterior envío a la empresa.

De Meliana hacia Túnez sale un camión semanalmente con las piezas, cubetas y demás materiales necesarios para que la empresa subcontrada pueda fabricar los kits solicitados. Sale el jueves por la tarde y suele tardar más de una semana en llegar a su destino, generalmente el lunes.

Este es el esquema de los camiones hacia Túnez, que habrá que tener muy en cuenta a la hora de estimar el material que está en tránsito.



Figura 21. Tránsito Meliana-Túnez. Elaboración propia.

Una vez recepcionado el material, PEC dispone de una semana para fabricar el producto. Así pues, si ha recibido lunes, estará en disposición de mandarnos los kits ese mismo sábado. Comenzará entonces el tránsito Túnez-Meliana, el cual nos llega el viernes siguiente.



Figura 22. Tránsito Túnez-Meliana. Elaboración propia.

Vemos, por lo tanto, que el tiempo necesario desde que expedimos el material hasta que recibimos los kits es de 3 semanas. A este tiempo habría que añadir el tiempo que tardamos en cargar el camión desde que analizamos la situación y decidimos las cantidades de cada material a enviar hasta que finalmente se expide. Este proceso dura una semana y tiene comienzo el viernes anterior a la salida del camión que sale destino a Túnez. Hay que tener en cuenta que una vez decida la cantidad a enviar lleva un recogerla del almacén y facturarla. Además de que no siempre disponemos de todas las piezas y debemos fabricarlas internamente o tener acordado un suministro regular con un proveedor. El tiempo de suministro total es por tanto de 4 semanas.

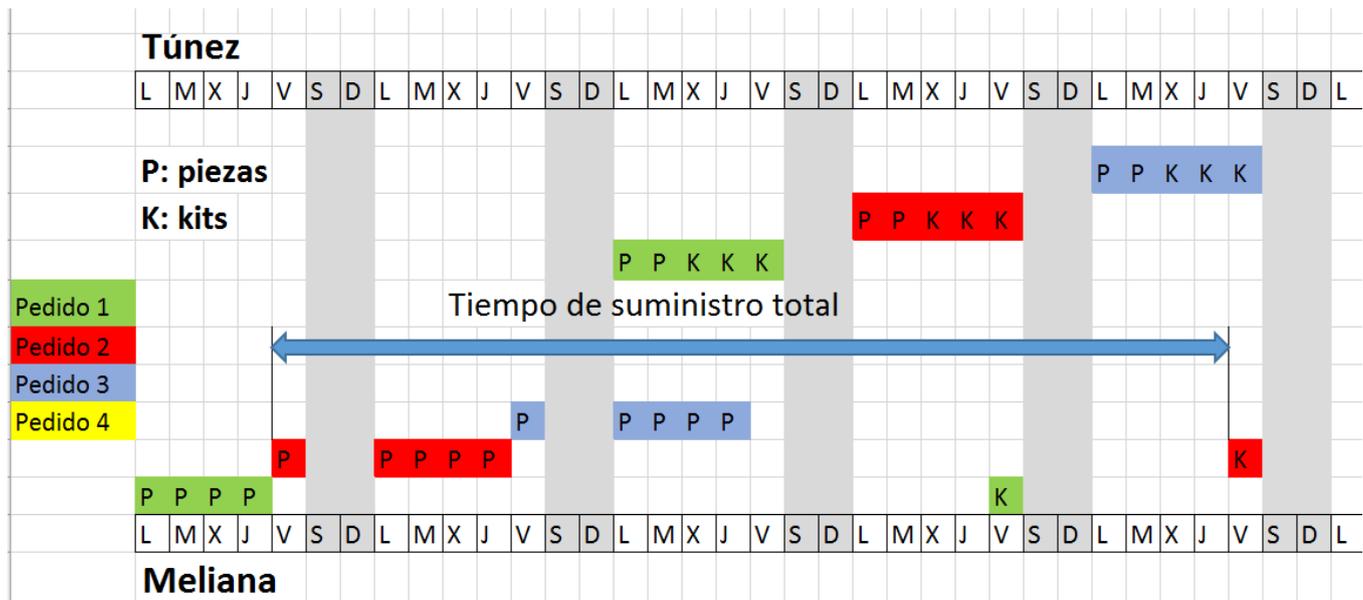


Figura 23. Ciclo del material. Elaboración propia.

En la figura se puede observar el ciclo de las piezas de un pedido desde que decidimos mandarlas hasta que regresan finalmente convertidas en kits.

Para poder comenzar el proceso necesitamos disponer del fichero semanal (excel) que nos envía el proveedor con las cantidades aproximadas de cada material de las que dispone en su fábrica. En adelante llamaremos a este excel fichero **Base**. Es en este punto donde se nos plantea el mayor problema, dado que este fichero no es muy fiable.

Así pues, el trabajo consiste en hacer un balance entre los recursos disponibles que hemos cedido a PEC y las necesidades que estimamos que éste va tener.

Por un lado, los **recursos** son la suma de 3 cantidades.

Las cantidades de cada referencia que nos dicen que tienen en su fichero **Base**.

Los **tránsitos** Meliana-Túniz que todavía no están incluidos en su fichero.

Los **tránsitos** Túniz-Meliana que todavía no hemos recibido. Se trata de kits, pero como a efectos del sistema no se valida como tal hasta que se recepciona, consideraremos que son piezas. De este modo, si un kit X está formado por una pieza A y otra B, mientras no esté recepcionado constará como piezas A y B, y no como kit X.

Estos recursos tienen que hacer frente a las necesidades que nos muestra el sistema. Como se vió con anterioridad, estas necesidades representan la explosión de materiales de **los pedidos de kits** que hemos grabado en SAP en una determinada fecha.

Un planteamiento sensato para aprovisionar sería el siguiente. Como mi tiempo de suministro total es de 4 semanas, tengo que enviar esta semana lo que tengo previsto recepcionar dentro de 4. Es decir, si el proceso de aprovisionamiento comienza el viernes de la semana 1, mi camión con las piezas saldrá el jueves tarde de la semana 2 y llegará el lunes de la semana 4. Esa semana se fabricará en Túnez y los kits serán expedidos hacia Meliana el sábado de la semana 4, llegando el viernes de la semana 5.

Siguiendo esa lógica, las necesidades serían sólo la explosión de materiales de los kits de la semana 5.

Por desgracia, la experiencia nos muestra que no siempre podemos mantener una tasa de servicio del 100%. A veces no podremos mandar nosotros todas las piezas necesarias ni ellos dispondrán de la capacidad necesaria para satisfacer nuestros pedidos.

Por esa razón el sistema de aprovisionamiento debe incluir no sólo las necesidades de la semana 5, si no todas las comprendidas hasta esa fecha, incluyendo de ese modo los posibles atrasos. Y para hacer frente a todas esas necesidades estarán los recursos mencionados anteriormente. (Base + Tránsito Meliana-Túnez + Tránsito Túnez-Meliana).

De este modo enviaremos cada semana de cada referencia la **diferencia** entre las necesidades y los recursos, excepto, obviamente, las referencias cuyos recursos superen a sus necesidades.

Como podemos observar, todo el proceso de abastecimiento de material a Túnez es semanal, ya que contamos con la restricción de enviar sólo un camión por semana. Evidentemente se trata una decisión de carácter económico, dado que el transporte España-Túnez conlleva importantes costes. Dicho esto, en ocasiones excepcionales se cuenta con la posibilidad de enviar material mediante un transporte urgente. Este envío Express supone un coste mucho mayor que el envío normal, pero también acorta considerablemente el tiempo del transporte. Sólo se hará si tras analizar el impacto que supondría la posible falta de material del producto correspondiente, dichos costes superan el precio de enviar el transporte urgente.

Por otra parte, asegurar el correcto suministro a nuestro subcontratista incluye otras tareas también de carácter semanal. Se le exige a PEC que nos envíe las **facturas** en cada una de sus expediciones semanales. De este modo podemos actualizar nuestra cartera en SAP.

Se procede de la siguiente forma:

Al recibir vía e-mail las facturas, éstas se imprimen y se comparan con el pedido correspondiente. Recordemos que grabamos un pedido por semana en el cual esperamos recibir los kits acordados para posteriormente poder satisfacer al cliente final. Cada factura incluye el número de pedido, posición, cantidad y fecha de entrega de los kits que vamos a recibir y nos llega unos 4 días antes de recepcionar físicamente el material. Debemos por tanto comprobar que las cantidades de la factura coinciden con nuestro sistema y, en caso de no coincidir se deberá actualizar el pedido en SAP. Además, se deberá valorar si dicha ruptura tiene un impacto importante en nuestra producción y reclamar el atraso en caso de que así sea. Este proceso

también nos ayuda a medir la eficacia de nuestro proveedor y de este modo poder valorar su trabajo.

Así pues, una vez recibida las facturas y actualizada nuestra cartera deberemos enviar al proveedor el **plan de producción** a medio plazo. Obviamente ellos no pueden cambiar lo que ya está en tránsito hacia aquí, y la producción de la semana siguiente ya está empezada. Se le enviará por tanto el plan de producción de 3 semanas dándole un margen de 2. Este plan de producción debe incluir los posibles atrasos que arrastren. Dicho plan incluye las cantidades de cada kit que esperamos recibir, con su correspondiente número de pedido, fecha de entrega y posición.

Una vez recibido, nos deberá confirmar su capacidad para cumplirlo, y en caso necesario, renegociar dicho plan.

La siguiente figura muestra un ejemplo del plan de producción (cartera):

Kit	Nº pedido	Pos.	S.Fab	Fecha de entrega	Cantidad
PBR10180NBT	4504028342	1	40	07/10/2016	900
R10382NBT	4504028342	8	40	07/10/2016	1.512
CAPBOTPR	4504028342	11	40	07/10/2016	6.370
S1B75409	4504028342	12	40	07/10/2016	2.400
R10190NBT	4504028342	13	40	07/10/2016	1.566
PBR10190NBT	4504028342	14	40	07/10/2016	2.916
Kit	Nº pedido	Pos.	S.Fab	Fecha de entrega	Cantidad
PBR10180NBT	4504028347	1	41	14/10/2016	900
PBR10981NBT	4504028347	2	41	14/10/2016	850
R10382NBT	4504028347	4	41	14/10/2016	1.512
CAPBOTPR	4504028347	6	41	14/10/2016	6.370
S1B75409	4504028347	7	41	14/10/2016	2.400
R10190NBT	4504028347	8	41	14/10/2016	1.566
PBR10190NBT	4504028347	9	41	14/10/2016	2.916
R10192NBT	4504028347	10	41	14/10/2016	594
R10376NBT	4504028347	11	41	14/10/2016	504
Kit	Nº pedido	Pos.	S.Fab	Fecha de entrega	Cantidad
PBR10180NBT	4504028349	1	42	21/10/2016	900
R10382NBT	4504028349	6	42	21/10/2016	1.512
CAPBOTPR	4504028349	8	42	21/10/2016	6.370
S1B75409	4504028349	9	42	21/10/2016	2.400
R10190NBT	4504028349	10	42	21/10/2016	1.566
PBR10190NBT	4504028349	11	42	21/10/2016	2.916

Figura 24. Plan de producción a 3 semanas vista. Elaboración propia.

Recapitulando, el flujo de materiales de abastecimiento hacia Túnez tendría las siguientes etapas, empezando el viernes y finalizando con la expedición del camión el jueves por la tarde.

1. Decidir **qué** cantidad de cada referencia debemos enviar.
2. Ver qué cantidades de las que queremos enviar **podemos** enviar realmente y preparar las órdenes de transporte almacén-expediciones (dónde se va preparando el camión)
3. Intentar solucionar la **falta de material** de aquellas referencias de las que nos falta stock

- (fabricación interna o proveedor local).
4. Revisar **facturas** de la próxima recepción.
 5. Elaborar y enviar el **plan de producción**.

Estas tareas serían las correspondientes a una semana tipo, sin embargo, cada cierto tiempo se actualizan las previsiones de los kits que necesitamos. Como hemos visto anteriormente, esto es el inicio de todo el proceso, ya que un aumento o disminución de las previsiones repercute directamente en las cantidades que necesitarán para poder hacer frente a nuestros pedidos.

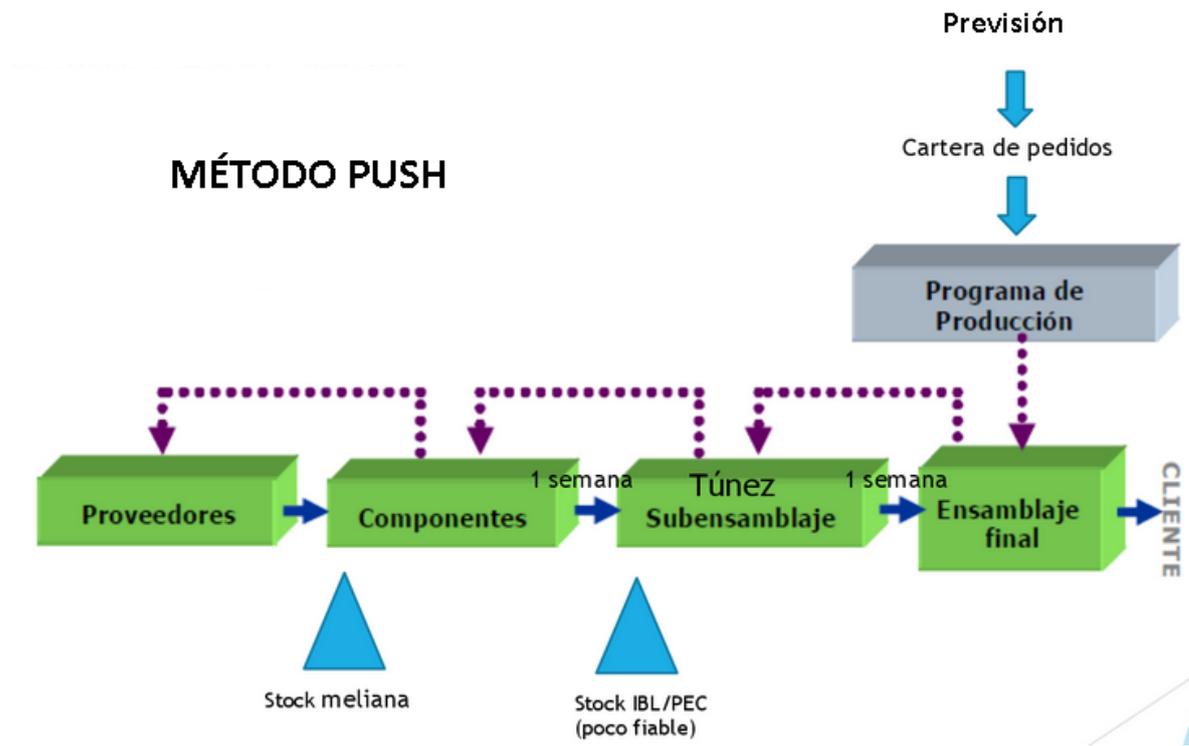


Figura 25. Fases del proceso. Elaboración propia.

4.3.2. Previsiones

Dado que hemos visto que la previsión va a ser un factor importante nuestro trabajo, conviene explicar los aspectos básicos que deberemos tener en cuenta para realizar una estimación correcta.

Lo primero que hay que tener en cuenta son las características de la **demand**a. Esto es, esencialmente definir si es estable, tiene una tendencia clara o posee estacionalidad.

Otro factor a tener en cuenta es si nuestra demanda es dependiente o independiente. Véase la siguiente figura para ilustrar la idea.

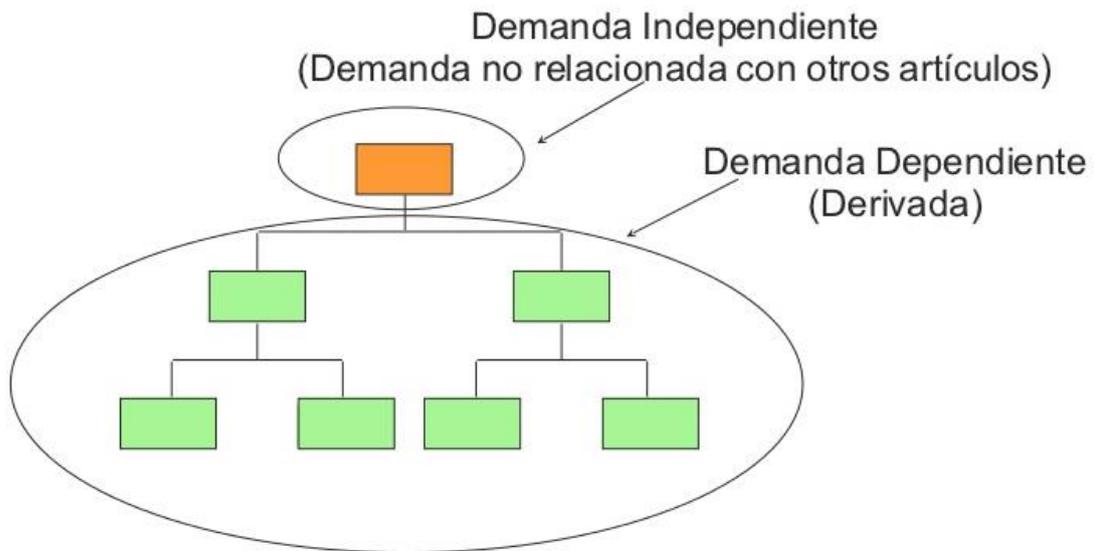


Figura 26. Ejemplo tipos de demanda.

En nuestro caso estaríamos hablando de una demanda **dependiente**. Recordemos que el presente trabajo versa sobre la mejora de la cadena de suministro de un material semielaborado (kit) perteneciente a un producto final (diferencial eléctrico). De este modo se ve claramente que una variación del producto final (en el ejemplo una bicicleta) afecta directamente a sus competentes de nivel inferior (ruedas, manillar. etc).

Nuestra previsión se define como a corto plazo dado que como hemos dicho anteriormente no grabamos pedidos a más de 2-3 meses vista. Se deberá tener en cuenta también los periodos de ventas excepcionales. Si bien las características del producto lo alejan de desviaciones típicas como podría ser el aumento de ventas en navidad, la empresa si cuenta con campañas específicas para intentar mejorar las ventas.

Por otra parte, el enfoque de nuestras previsiones es cuantitativo, dado que sí existen datos históricos capaces de señalar un patrón de comportamiento.

Así pues, con toda esta información se elabora un fichero donde se estiman las cantidades de cada kit que se prevé necesitaremos a corto plazo. Pero existen restricciones logísticas que habrá que superar antes de grabar los pedidos en nuestro sistema. Las principales serían el tamaño de lote mínimo que exige el proveedor y la cantidad mínima que nos exige el sistema internamente para poder grabar un pedido.

La siguiente figura muestra las previsiones de las cantidades exactas que necesitaremos de cada kit.

PEC		-17		mar-17				
		W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13
PBR10180NBT	ID ELOGE	1.355	1.355	1.186	1.186	1.186	1.186	1.186
PBR10381NBT	ID ELOGE	770	770	529	529	529	529	529
PBR10190NBT	ID	1.880	1.880	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570
R10110ANBT	ID	257	257	281	281	281	281	281
R10190NBT	ID	3.301	3.301	2.521	2.521	2.521	2.521	2.521
R10192NBT	ID	209	209	265	265	265	265	265
R10382NBT	ID ELOGE	2.104	2.104	1.466	1.466	1.466	1.466	1.466
BR30492NBT	ID	78	78	70	70	70	70	70
FJJ3527468AK	ID	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600
CAPBOTPR	ID	5.635	5.635	4.900	4.900	4.900	4.900	4.900
S1B75409	ID	1.500	1.500	0	0	0	0	0

Figura 27. Previsiones brutas. Elaboración propia.

De este modo cuando recibamos la nueva previsión deberemos modificarla según nuestras restricciones para poder grabarla en nuestra cartera, que posteriormente enviaremos a nuestro proveedor bajo el nombre de plan de producción. En la figura de abajo se observan las cantidades que habría que grabar.

KIT	TAMLOTE	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13
		10-feb	17-feb	24-feb	03-mar	10-mar	17-mar	24-mar
PBR10180NBT	50	1300	1350	1200	1200	1200	1200	1200
PBR10381NBT	50	700	750	550	550	550	550	550
PBR10190NBT	54	1890	1890	1566	1566	1566	1566	1566
R10110ANBT	54	0	540	540	0	540	0	540
R10190NBT	54	3294	3294	2538	2538	2538	2538	2538
R10192NBT	54	0	540	540	0	540	0	540
R10376NBT	84	0	504	0	0	0	0	0
R10382NBT	54	2106	2106	1512	1458	1458	1458	1458
BR30492NBT	36	0	504	0	0	0	0	0
FJJ3527468AK	1200	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
CAPBOTPR	245	5635	5635	4900	4900	4900	4900	4900
S1B75409	1200	1200	2400	0	0	0	0	0

Figura 28. Cantidades a grabar en el sistema. Elaboración propia.

4.3.3. Elaboración de las listas.

Hasta ahora hemos descrito de forma general las acciones necesarias para gestionar el flujo de suministro de una forma adecuada. A continuación describiremos detalladamente el proceso que ocupa la mayor parte del tiempo. La elaboración de la lista de materiales que enviamos semanalmente a Túnez, que recordemos consistía en estas tareas:

1. Decidir **qué** cantidad de cada referencia debemos enviar.
2. Ver qué cantidades **podemos** enviar realmente.
3. Intentar solucionar la **falta de material** de las referencias de las que nos falta stock.

Antes de comenzar, cabe aclarar que las fases por las que pasa una pieza (o referencia) desde que se decide enviar hasta que sale físicamente en el camión serían:

Balance recursos/necesidades > Creación orden de transporte (almacén-camión) > Transporte físico al camión > Facturación > Expedición.

Este proceso comienza el viernes y debe acabar el jueves siguiente, cuando sale el camión.

4.3.3.1. Decidir qué cantidad de cada referencia debemos enviar.

A continuación se explicará cómo se saca la información para poder hacer el balance entre recursos y necesidades (visto anteriormente de forma general)

Deberemos crear un fichero excel para poder volcar toda la información que saquemos de SAP y tomar la decisión.

Las columnas que habrá que rellenar para cada referencia serán las que se muestran a continuación:

A	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Referencia	Lote	Descripción	Stock Base	Tránsito M-Túnez	Tránsito Túnez-M	Total Recursos	Necesidades SAP	Diferencia	Enviar
970139	60000	VIS A TOLE D	30000	60000	10000	100000	40641	59359	0
3527219 AH	15000	PALANCA DE	15000	0	5000	20000	36070	-16070	30000
3527221 AK	5000	RESORTE DE M	20000	5000	10000	35000	35922	-922	5000
3527223 AN	10000	RESORTE DE M	10000	10000	6000	26000	36844	-10844	20000
3527224 AL	9000	PESTILLO	9000	9000	10000	28000	35734	-7734	9000
3527225 AF	10000	RESORTE DE F	0	10000	10000	20000	21025	-1025	10000
3527226 AR	3500	BEC	14000	0	10000	24000	20544	3456	0

Figura 29. Balance recursos necesidades. Elaboración propia.

Stock Base: es la cantidad que nos envía por correo el proveedor, es **poco fiable** dado que maneja gran cantidad de referencia y no dispone de los medios adecuados para un control preciso. Este es el principal motivo por el que no tenemos controlados nuestro stock y en ocasiones tenemos problemas de suministro. Nos envía un fichero excel con las cantidades y nosotros cruzamos los datos a nuestro fichero mediante la función de búsqueda vertical de excel. Este paso se efectúa de forma masiva para todas la referencias.

Tránsito Meliana-Túnez: sacamos este dato de nuestro sistema SAP.

Mediante la transacción MB51 se puede ver los movimientos realizados. Lo que queremos tener en cuenta es la cantidad enviada que está en tránsito hacia Túnez que no se ve reflejada en su fichero base que nos envían cada semana (los viernes) por lo que lo importante será filtrar la

información según la fecha en que se expidió el material.

Para aclarar la situación usaremos el esquema siguiente:



Figura 30. Tránsito Meliana-Túnez. Elaboración propia.

Suponemos que acabamos de recibir el fichero **base** del proveedor a fecha de 13 de enero (ver flecha vertical). Observamos que el tránsito que le llegó el lunes 9 lo ha tenido en cuenta, sin embargo los tránsitos que salieron de Meliana los jueves 5 y 12 todavía no le han llegado. Ergo habrá que sumarle esa cantidad a lo que nos dice que tiene en su fábrica.

Estos movimientos informáticos de traspaso de material se realizan en el momento de la facturación, que suele hacerse durante los días previos a la expedición. Por lo tanto si queremos saber la cantidad enviada el día 5 habrá que filtrar en SAP los movimientos de traspaso que fueron realizados los días previos, es decir, desde el lunes 2 hasta el jueves 5. Igualmente procederemos para el tránsito expedido el día 12.

Filtrando los datos de esta manera la transacción MB51 nos permite extraer un fichero excel de donde cruzaremos los datos al excel donde estamos haciendo el balance. Este dato es muy fiable dado que lo sacamos directamente de nuestra base de datos.

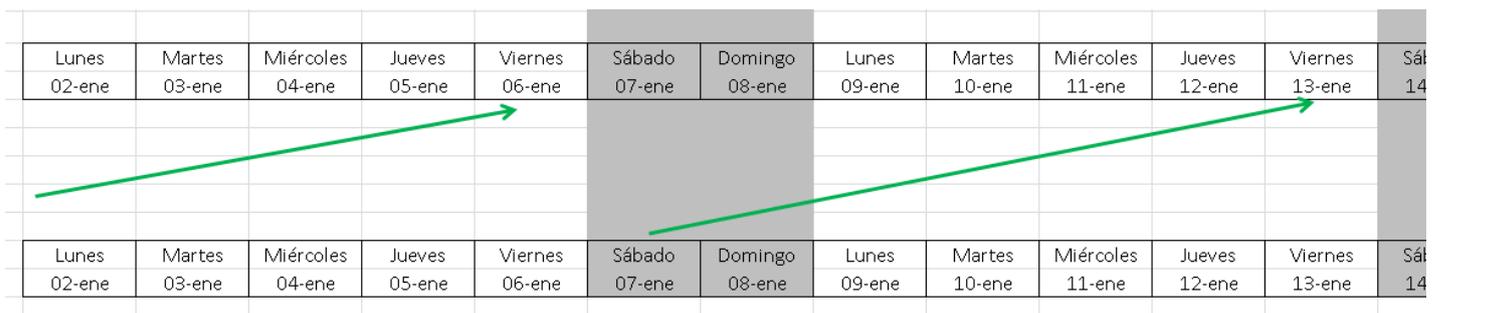


Figura 31. Tránsito Túnez-Meliana. Elaboración propia.

De igual forma que antes, también deberemos tener en cuenta las piezas que están en tránsito hacia Meliana. Recordemos que se trata de kits, pero a efectos del sistema hasta que no se recepciona siguen siendo piezas.

Solemos recibir el camión el viernes por la mañana, por lo que si en nuestro sistema aparece reflejada esa recepción no deberemos sumar este tránsito. Si, por el contrario, todavía no hemos recepcionado el material, deberemos tenerlo en cuenta.

La transacción que nos permite conocer la explosión de materiales de los kits que nos llegan y por tanto, las piezas totales que esperamos recibir es la **ZM26**. Deberemos poner la fecha de recepción (13 de enero) y aplicar otros filtros como el proveedor que nos manda esas piezas. Al igual que antes, cruzaremos los datos con nuestro fichero donde estamos haciendo el balance.

Con estos 3 datos ya tenemos todos los recursos disponibles, siendo la columna **Total Recursos** la suma de estos 3.

Stock Base	Tránsito M-Túnez	Tránsito Túnez-M	Total Recursos
30000	60000	10000	100000
15000	0	5000	20000

Para decidir si tengo que enviar material o no, solo falta conocer las **necesidades** de cada material. Este dato se obtiene también de la transacción **ZM26**, pero poniendo otro rango de fecha. Lo que queremos obtener es la explosión de materiales de los pedidos que en teoría, recibiremos en el futuro. Recordemos que estamos reaprovisionando para dentro dentro de 4 semanas (una de preparación, otra de tránsito, otra de fabricación y por último la del tránsito final con el pedido) por lo que parametrizamos la transacción con un filtro de fecha que abarque hasta la recepción del pedido a 4 semanas vista. Si se le quiere dar una semana de stock de seguridad, serán 5.

Finalmente obtenemos el resultado del balance.

Total Recursos	Necesidades SAP	Diferencia	Enviar
100000	40641	59359	0
20000	36070	-16070	30000

Si nuestros recursos superan a las necesidades, no enviaremos material. Si, por el contrario, observamos que las necesidades son superiores, se enviará una la cantidad faltante (en rojo en la imagen).

Evidentemente existen restricciones logísticas como el tamaño de lote mínimo a enviar. Por este motivo deberemos redondear la diferencia al tamaño de lote. En el caso de que éste sea muy grande con respecto al consumo semanal, se deberán considerar los envíos previos para no sobrestocarse.

Al tratarse de transacciones hemos podido sacar los datos masivamente para todas las referencias, pero no siempre va a ser posible la extracción masiva de datos.

Como hemos visto, muchos datos los sacamos directamente de nuestro sistema y son fiables. Sin embargo, el hecho de que sea un balance hace que si un dato falle repercuta en el resultado final. Es lo que ocurre con el fichero Base. El principal problema de este sistema de reaprovisionamiento es que se basa en gran medida en unos datos externos a los que no podemos dar mucha credibilidad. Debido al alto volumen de referencias es muy complicado que la empresa en Túnez tenga un control preciso de la cantidad de cada referencia de la que disponen. Este es, por tanto, **el principal problema de nuestro trabajo.**

4.3.3.2. Ver qué cantidades podemos enviar realmente.

Al finalizar el paso anterior tenemos un fichero con las cantidades que deberíamos enviar para el correcto suministro al proveedor. Sin embargo, no siempre vamos a disponer de todo el material que necesitemos. Además se nos plantea otro problema, y es que no solo hay un sitio donde guardamos el material. Al tratarse de una empresa grande, se dispone de múltiples almacenes y no todos pueden ser tratados igualmente.

Este es el **cuerno de botella del proceso**, ya que deberemos mirar en el sistema en que almacén está ubicada cada referencia que queremos enviar y si hay la cantidad suficiente.

Los almacenes donde pueden estar son los siguientes:

203: Almacén principal donde se guarda el grueso de los materiales. Está informatizado y es posible conocer sus niveles de stock con bastante precisión.

202: Almacén secundario donde se guardan algunas referencias. No está tan informatizado y es menos preciso que el anterior.

Consigna: Almacén donde se guarda el material que, a efectos de contabilidad, todavía no es nuestro.

Deberemos mirar por tanto en que almacén se encuentra cada referencia y preparar las órdenes de transporte. Dichas hojas les dicen a los almaceneros que cantidad y de qué almacén deben coger de cada referencia.

Con esta información el almacenero cogerá el material y lo irá dejando en expediciones, junto con todo lo que irá en el camión de ese jueves hacia Túnez. Este proceso puede durar varios días y es el paso previo a la facturación.

4.3.3.3. Intentar solucionar la falta de material de las referencias de las que nos falta stock.

Por otra parte, de las referencias que no hemos podido mandar todo lo que nos sugería el balance, debemos hacer una lista y adoptar las medidas necesarias para solucionarlo.

Si se trata de una referencia de fabricación interna, deberemos ponernos en contacto con el responsable del taller responsable de su producción e intentar garantizar su aprovisionamiento.

Si se trata de una referencia que nos trae un proveedor local, deberemos intentar negociar con él un adelanto del pedido.

Aun así, suele darse el caso de no poder suministrar todo el material teóricamente necesario, por lo que en esas situaciones se deberá valorar el impacto de dicha falta de material y la posibilidad de realizar un envío express en el momento que dispongamos de material.

5. ALTERNATIVAS DE MEJORA

Hasta el momento nos hemos limitado a exponer la actual situación, en este apartado pasaremos a abordar las alternativas o propuestas de mejora en el proceso que nos ocupa.

Hay que tener en mente que buscamos mejorar el proceso, por lo que nuestro objetivo se centrará en intentar solucionar el principal disfuncionamiento del proceso de aprovisionamiento de material a Túnez. Dicho problema es, como ya hemos comentado anteriormente, el impreciso control de inventarios del que dispone el subcontratista.

Dividiré las alternativas en dos grandes ejes. Por un lado, se estudiará la posibilidad de seguir trabajando con el mismo método, es decir contra necesidades (MRP), pero atacando el problema que nos ocupa mediante un **inventario rotativo**. Esto consistirá en asignar recursos a realizar un inventario exhaustivo de un limitado número de referencias semanalmente, de modo que tengamos control sobre todas en un determinado periodo de tiempo. Esta alternativa vendría acompañada de una **automatización del proceso actual**, buscando eliminar cuellos de botellas y agilizar el proceso.

Por otra parte, la segunda alternativa es más disruptiva y consistiría en la implantación del sistema **kanban** a nuestro proceso. Esto supondría cambiar el método de trabajo, pasaríamos a trabajar contra consumo. Para ello habrá que dimensionar cuidadosamente los parámetros del kanban y valorar el impacto que tendría dicha implantación.

5.1. Mejorar método actual. Inventario rotativo y automatización del proceso.

5.1.1. Inventario rotativo.

Dentro de esta propuesta, empezaremos por estudiar la implantación del inventario rotativo. Consistirá en asignar unas horas semanales de mano de obra de nuestro proveedor para que pueda realizar dicho inventario. Dicha mano de obra tiene un coste y requiere tiempo, por lo que no es posible contar todas las referencias (alrededor de unas 90) cada semana. Lo que haremos será determinar un número de piezas semanales de manera que podamos controlar los diferentes tipos de pieza en los plazos que consideremos oportunos.

No tiene la misma importancia controlar una pieza cara que es necesaria en todos los kits (como podrían ser las bobinas toroidales) que una pieza que tiene un coste unitario muy bajo y nuestro tamaño lote es grande (como por ejemplo tornillos). Por tanto, lo primero que deberemos hacer es realizar una clasificación de las piezas. Utilizaremos la típica clasificación **ABC**.

Dicha clasificación se basa en la ley estadística de Pareto que dice que el 80% de las consecuencias están causadas por el 20% de las causas. Lo aplicaremos de la siguiente manera para nuestro análisis, queremos saber el peso relativo de cada pieza en el total, por lo que multiplicaremos el precio unitario de cada referencia por la cantidad enviada durante un periodo de un año.

Así pues, ordenando los resultados en orden decreciente, estableceremos cuales son las referencias que tienen el 80% del peso en nuestro proceso. Estas serán las piezas A, y debido a su importancia deberán contarse con mayor frecuencia que el resto. Dicho de otro modo, el tiempo de ciclo que tardamos en contar todas las piezas A debe ser el más corto ya que dichas unidades representan una parte importante del valor total del inventario.

El siguiente estrato, las piezas B, corresponden a las piezas cuyo peso representa el 15% del total. Su control no es tan crucial como en el caso anterior y por ello se puede tener un tiempo de ciclo más largo. Por último, las piezas C representan el 5% del peso total y típicamente se trata de materiales baratos con altos tamaños de lote que no requieren mucho control.

	A	C	D	E	F	G	H	I
1	AAV66418	232.582,62 €		Suma		80%	15%	5%
2	BBV42897	191.863,02 €		1.043.408,08 €		834.726,46 €	156.511,21 €	52.170,40 €
3	3530493ME	140.963,85 €		Cuenta: 86				
4	BBV22793	74.231,41 €						
5	ABTCFIDL	69.692,67 €		Piezas A	Pz/sem	(semanas)		
6	AAV66423	38.126,62 €		834.026,10 €			1,000839739	
7	ABTCF	33.332,84 €		9	3	3		
8	51002780BA	27.388,71 €		Piezas B	Pz/sem	(semanas)		
9	ARBOL2PACERO	25.844,36 €		155.972,72 €			1,003452475	
10	51002597AC	17.730,07 €		22	2	11		
11	51002599AA	14.924,81 €		Piezas C	Pz/sem	(semanas)		
12	51202209AD	9.582,14 €		53.409,26 €			0,976804469	
13	51002587AB	8.954,73 €		55	3	18,33333333		
14	GHC11116AA	8.797,80 €						
15	AAV83041	8.651,07 €						
16	51002474AE	7.871,91 €		Pidiendo	8	por semana		
17	51202867AB	7.730,31 €		Completas piezas A cada		0,75 meses		
18	GHC50369AA	7.556,03 €		Completas piezas B cada		2,75 meses		
19	3527239 CB	6.924,10 €		Completas piezas C cada		4,583333333 meses		
20	51002404AA	6.615,00 €						

Figura 32. Clasificación ABC de las piezas. Elaboración propia.

En la figura podemos observar la clasificación resultante del análisis propuesto. Vemos, por tanto, como las referencias en color verde representan el 80% del peso total de nuestro proceso.

Asumiendo que pedimos inventario de 8-9 referencias cada semana, podemos plantear la rotación de varias formas, una de ellas, que sería la que representa la imagen, sería pedir todas las semanas piezas de los tres tipos. Dependiendo de los criterios que consideremos aceptables parametrizaremos la cantidad de cada tipo de pieza. En el ejemplo de la imagen se decide que serán 3, 2 y 3 piezas cada vez de los tipos A, B y C respectivamente, obteniendo los tiempos de ciclo que se muestran.

Otra forma de plantear la rotación sería pedir cada semana inventario de un solo tipo de piezas. Si queremos respetar el tiempo de ciclo de 3 semanas para las piezas A, habría que pedir inventario de dichas 9 piezas cada 3 semanas. La siguiente figura representa el calendario siguiendo este esquema.

					51		52		53		3		4		5	
Referenci a	Descripción	Critic al	ROH/H ALB	ABC	Date	Stock	Date	Stock	Date	Stock	Date	Stock	Date	Stock	Date	Stock
AAV66418	Rele REMINIHI	SI	ROH	A	15/12/2016	18941							25/10/2017	14407		
BBV42897	TOPO BOBINA	SI	HALB	A	15/12/2016	31944							25/10/2017	25837		
3530493ME	ARBOL ENSAN	SI	HALB	A	15/12/2016	36151							25/10/2017	23758		
BBV22793	SUB ASS CLAS	SI	ROH	A	15/12/2016	16764							25/10/2017	25054		
AAV66423	Rele REMINIHI	SI	ROH	A	15/12/2016	5676							25/10/2017	6118		
ABTCF	SIC BORNA-TI	SI	HALB	A	15/12/2016	34703							25/10/2017	35350		
51002599AA	ENS. CONT.FM	SI	HALB	B	15/12/2016	15678							25/10/2017	3721		
ABTCFIDL	SIC BORNA-TI	SI	HALB	A	15/12/2016	38146							25/10/2017	34635		
51002780BA	ZOCALO BIPOLAR(EL	ROH	A				21/12/2016	10176								
ARBOL2PAC	ARBOL ENSAMBLADO	HALB	A				21/12/2016	11335								
51002597AC	ENS. CONT.FM NEUTR	ROH	B				21/12/2016	10500								
51202209AD	SIC BORNA - TORNILL	ROH	B				21/12/2016	22000								
51002587AB	BORNA DE SALIDA CO	ROH	B				21/12/2016	25000								
GHC1116AA	CAGE 63A	ROH	B				21/12/2016	42778								
AAV83041	FLASQUE DE SERRUR	ROH	B				21/12/2016	21336								
51002474AE	CONTRA FLASQUE	ROH	B				21/12/2016	46343								
51202867AB	CAPOT BIPOLAR(TELO	ROH	B				28/12/2016	17031								
GHC50383AA	FLASQUE DE SERRUR	ROH	B				28/12/2016	56174								
3527239 CB	ZOCALO BIPOLAR IDE	ROH	B				28/12/2016	12387								
51002404AA	RESISTANCE TEST 500	ROH	B				28/12/2016	51727								
ABTBS	SIC BORNA-TORN-BO	HALB	B				28/12/2016	27310								
3531424NF	TOR. ENSAMBLADO 6	HALB	B				28/12/2016	478								
51A19752	BLINDAJE ID REMINI	ROH	B				28/12/2016	30978								
3530485 AL	BORNA DE SALIDA IDL	ROH	B				28/12/2016	43143								
3530485 AG	DEMIE LUNE	ROH	B								11/10/2017	117641				
3527255REM	3527255REM CONEXIO	HALB	B								11/10/2017	8186				
51002873D	MANETTE PABLO 2 BU	ROH	B								11/10/2017	25000				
3527256REM	CONEXION PRIMARIO	HALB	B								11/10/2017	3186				
3527237 AN	TORNILLO STD "ID" 2	ROH	B								11/10/2017	48616				
3527226 AR	BEC	ROH	B								11/10/2017	43588				
3527224 AL	PESTILLO	ROH	B								11/10/2017	84131				
FACTIVACEI	ASS. CONTACTO-TRE	HALB	C								11/10/2017	4000				
ABTBSIDL	SIC BORNA-TORN-BO	HALB	C												01/10/2017	7192

Figura 33. Calendario del inventario rotativo (1 semana – 1 tip). Elaboración propia.

Además de esto, otro análisis que conviene plantearse es el **FMR**. Este consiste en clasificar las piezas según la frecuencia con la que lo enviamos.

De este modo, las piezas F serían las que enviamos todas o casi todas las semanas, las piezas M las que enviamos entre 1 y 3 veces al mes, y por último, las piezas R corresponderían a las que enviamos menos de una vez al mes.

Una forma muy sencilla de obtener estos datos en nuestro caso, sería la siguiente.

Dentro del sistema SAP, entramos en la transacción MB51, la cual nos muestra todos los movimientos realizados. Para que los datos sean fiables, cogeremos un periodo de tiempo lo suficientemente grande como para evitar tergiversaciones propias de la estacionalidad u otros factores. Un año será suficiente. Deberemos ejecutar la transacción filtrando los datos por el tipo de movimiento que nos interesa, en nuestro caso el 541 representa la expedición de material, y por el proveedor concreto sobre el cual estamos haciendo nuestro análisis.

Así pues, tratando los datos obtendremos una lista que nos muestra el número de veces que se ha enviado material de cada referencia durante el periodo seleccionado. Solo restaría aplicar la clasificación vista anteriormente.

La combinación de ambos análisis crea lo que se conoce como matriz ABC/FMR.

		Consumption Frequency Classification			
		F (Frequent)	M (Medium)	R (Rare)	
Volume Consumption Classification	“Costs”	Value & Qty (Vol)	More than 1 order line per Week	Between 1 order line per week and 1 per month	Less than 1 order line per month
	20% of the references : Which represents 80% of volume consumed	A/F	A/M	A/R	
	30% of the references : Which represents 15% of the volume consumed	B/F	B/M	B/R	
50% of the references : Which represents 5% of the volume consumed	C/F	C/M	C/R		

Figura 34. Matriz ABC/FMR.

Al elaborar un método de trabajo que tendrá repercusión en nuestro proceso, lo más aconsejable es realizar un procedimiento donde se explique detalladamente los pasos que se han de seguir, con el objetivo de convertir el conocimiento tácito en explícito. Esto es un pilar base de la gestión de conocimiento, ya que el trabajador que posee el conocimiento puede dejar de trabajar en la empresa el día de mañana, y si no se ha plasmado dicho conocimiento estaríamos perdiendo capital humano.

Este último término se refiere al conocimiento (explícito o tácito) que puede servir de utilidad a la empresa. Hasta que no queda plasmado y codificado el conocimiento que posee el trabajador no pertenece a la empresa, sino que ésta lo está “alquilando” por decirlo de forma coloquial. Ahí radica la importancia de elaborar procedimientos sobre los procesos claves de la empresa.

El capital humano es la base que genera los otros dos tipos de Capital Intelectual, como serían el Capital Estructural y el Capital Relacional.

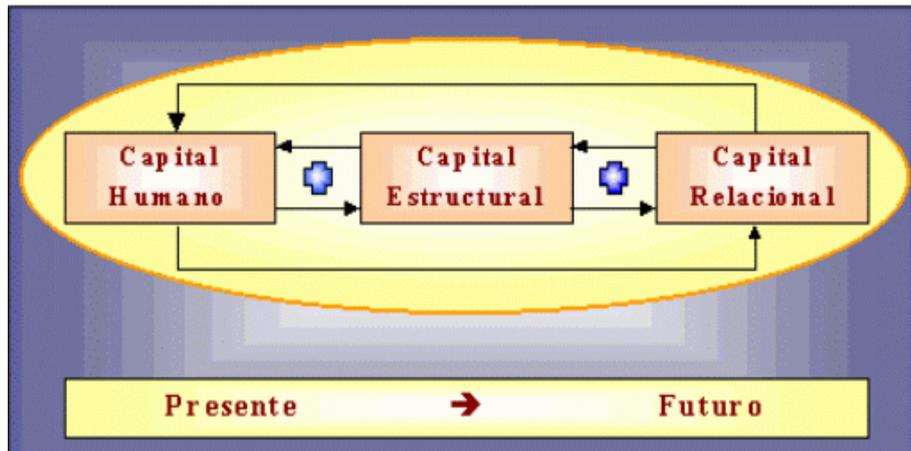


Figura 35. Tipos de capital intelectual.

Así pues, un procedimiento debe estar redactado de forma clara y concisa, sin ambigüedades, para que el usuario al que va dirigido lo entienda con facilidad.

A continuación, se muestra el procedimiento creado para realizar el inventario de piezas que, efectuado semanalmente de forma correcta, nos permitirá tener un mejor control del stock puesto en juego en el proceso de suministro de piezas para nuestro subcontratista.

5.1.1.1. Procedimiento de Inventario.

Objetivo : Definir el procedimiento establecido para asegurar un control adecuado de los stocks cedidos a Low Cost de forma masiva.

Campo de aplicación : Piezas que suministramos con el el subcontratista PEC.

Método de realización:

Para determinar el stock del que disponemos hacemos la suma de 3 cantidades:

1. Inventario que hace el subcontratista de las referencias que le pidamos (nos llega por correo).
2. Tránsitos Meliana-Túnez.
3. Tránsitos Túnez-Meliana (son kits pero a efectos del sistema hasta que no se recepciona son piezas).

Deberemos rellenar entonces las columnas correspondientes para poder comparar el resultado

con el stock que tenemos informáticamente y ajustar la diferencia.

En la imagen de abajo se muestra el Excel donde se sumarían las cantidades mencionadas anteriormente, siendo Correo, Envíos SEE y Envíos Túnez donde irían las cantidades **1,2 y 3** respectivamente.

Análisis										
			ZM20 (sin recep) MB51			ZCBO TRIM		Cruzar con Lista		
Week	Reference	Correo	Envíos SEE	Envíos Túnez	TOTAL	Stock SAP	Diferencia	Precio	Valor (€)	Date de l'inventaire
W1	AAV66418	9240	6000	3701	18941	16944	1997	1,43972	2.875,12 €	15/12/2016
W1	BBV42897	18450	7500	5994	31944	25929	6015	0,92919	5.589,08 €	15/12/2016
W1	3530493ME	16400	11600	8151	36151	30248	5903	0,49352	2.913,25 €	15/12/2016
W1	BBV22793	10985	1617	4162	16764	14757	2007	1,1263	2.260,48 €	15/12/2016
W1	AAV66423	2640	1200	1836	5676	4977	699	1,44418	1.009,48 €	15/12/2016
W1	ABTCF	27000	500	7203	34703	26175	8528	0,27484	2.343,84 €	15/12/2016
W1	51002599AA	9350	3500	2828	15678	14848	830	0,17096	141,90 €	15/12/2016
W1	ABTCFIDL	13700	14000	10446	38146	37457	689	0,19326	133,16 €	15/12/2016

Figura 36. Excel utilizado para realizar el balance. Elaboración propia.

Excepto la columna Correo, que se deberá rellenar con las cantidades que nos llegan por e-mail, el resto las sacaremos masivamente del SAP mediante las correspondientes transacciones.

Como vamos a realizar un ajuste entre las cantidades Stock SAP y el TOTAL de las 3 cantidades mencionadas anteriormente deberemos tener claro cuando hacemos la foto.

Los tránsitos Meliana-Túnez y el stock del proveedor cambian a medida que se va facturando material, por lo que es muy importante sacar estas dos transacciones al mismo tiempo, de ese modo las cantidades se compensarán en todas las referencias, ya que si está facturado un material en concreto esa cantidad aparecerá sumada tanto en el tránsito como en el stock informático.

Por el contrario, si no está facturada, no aparecerá en ninguno.

Tránsitos Meliana-Túnez

Se obtendrá mediante la transacción MB51.

Material	<input type="text"/>	a	<input type="text"/>	
Centro	AS02	a	<input type="text"/>	
Almacén	<input type="text"/>	a	<input type="text"/>	
Lote	<input type="text"/>	a	<input type="text"/>	
Proveedor	123800	a	<input type="text"/>	
Cliente	<input type="text"/>	a	<input type="text"/>	
Clase de movimiento	541	a	542	
Stock especial	0	a	<input type="text"/>	
Datos cab.				
Fe.contabilización	<input type="text"/>	a	<input type="text"/>	

Figura 37. Transacción MB51. Elaboración propia.

Se rellenará como en la imagen, siendo el proveedor el que toque.

Para la fecha se pondrá el intervalo de tiempo donde se han facturado los tránsitos que no le han llegado al subcontratista en la fecha de su inventario.

Envíos Meliana												
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	S
16-ene	17-ene	18-ene	19-ene	20-ene	21-ene	22-ene	23-ene	24-ene	25-ene	26-ene	27-ene	28-ene
							↕					
Recepción Túnez												
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	S
16-ene	17-ene	18-ene	19-ene	20-ene	21-ene	22-ene	23-ene	24-ene	25-ene	26-ene	27-ene	28-ene

Figura 38. Tránsito Meliana-Túnez. Elaboración propia.

Como se ve en la imagen, si el inventario ha sido hecho el miércoles solo se ha podido contar el primer tránsito. Como el camión sale jueves tarde hacia Túnez, la facturación se hace los días previos.

Deberemos poner el intervalo de tiempo que comprenda todas las facturaciones no incluidas hasta la fecha. En este ejemplo sería del 16 al 25 de enero.

Stock SAP

Mediante la transacción ZCBO sacamos el stock del proveedor en cuestión. Recordar que esta transacción debe sacarse en el mismo momento que la MB51.

Tránsitos Túnez-Meliana

Mediante la transacción ZM26 sacamos la explosión de materiales del pedido que está en tránsito hacia Meliana.

Proveedor	123800	a		
Organización de compras	C100	a		
Clase de pedido		a		
Centro del pedido		a		
Almacén		a		
Nº Pedido		a		
Fecha de entrega	27.01.2017	a		
Material padre		a		
MRP controller		a		
<input type="checkbox"/> Con nec.de sol.ped.subcontr.				
<input checked="" type="checkbox"/> Con entr.externas de sol.ped.				
Criterios de selección para los componentes facilitados				
Unidad Precontada	PRE	<input type="checkbox"/> Considerar unidad indivisible		
Centro de reposición	AS02			
Almacén de reposición	*	a		

Figura 39. Transacción ZM26. Elaboración propia.

Se deberá poner la fecha en la que se va a recibir el tránsito en cuestión. Como se aprecia en la imagen de abajo, en este caso sería el 27 de enero.



Figura 40. Tránsito Túnez-Meliana. Elaboración propia.

Con esto ya habríamos sacado todas las transacciones necesarias, las cuales habrá que tratar correctamente para poder cruzar los datos en el fichero inicial donde se realiza el balance de las cantidades para finalmente ajustar la diferencia de stocks correspondiente.

5.1.2. Automatización del proceso.

En este apartado vamos a profundizar en las posibles mejoras del proceso actual vía automatización. El proceso estudiado maneja un elevado número de referencias lo que propicia que muchas de las tareas sean repetitivas, por lo que una optimización de cada tarea se presenta muy interesante, más teniendo en cuenta que la repetitividad es doble, dado su carácter semanal.

Anteriormente se explicaron los pasos que seguimos a la hora de enviar material a Túnez, y establecimos que nuestro cuello de botella era el punto 2: **Ver qué cantidades podemos enviar realmente.**

Centraremos nuestros esfuerzos en optimizar dicho proceso, dada la importancia del mismo. Para entender por qué el cuello de botella debe ser el foco de nuestras acciones, conviene definirlo correctamente.

“Decimos que en nuestra cadena de producción tenemos un cuello de botella cuando una fase de nuestro proceso productivo es más lenta que las demás y eso ralentiza nuestro proceso de producción en general. Dicho de otra manera, un cuello de botella es una restricción de la capacidad del sistema que nos produce una caída considerable de la eficiencia. Es muy frecuente escuchar la frase que “una cadena es tan fuerte como su eslabón más débil”, esto quiere decir que la capacidad de nuestro proceso será la definida por aquella etapa que tiene menor

capacidad, es decir el cuello de botella (el proceso no puede ir más rápido de lo que pasa a través del cuello de botella). Entre las causas de este problema, se encuentran la falta de personal, averías de máquinas, mala gestión y equilibrado de líneas, entre otras”

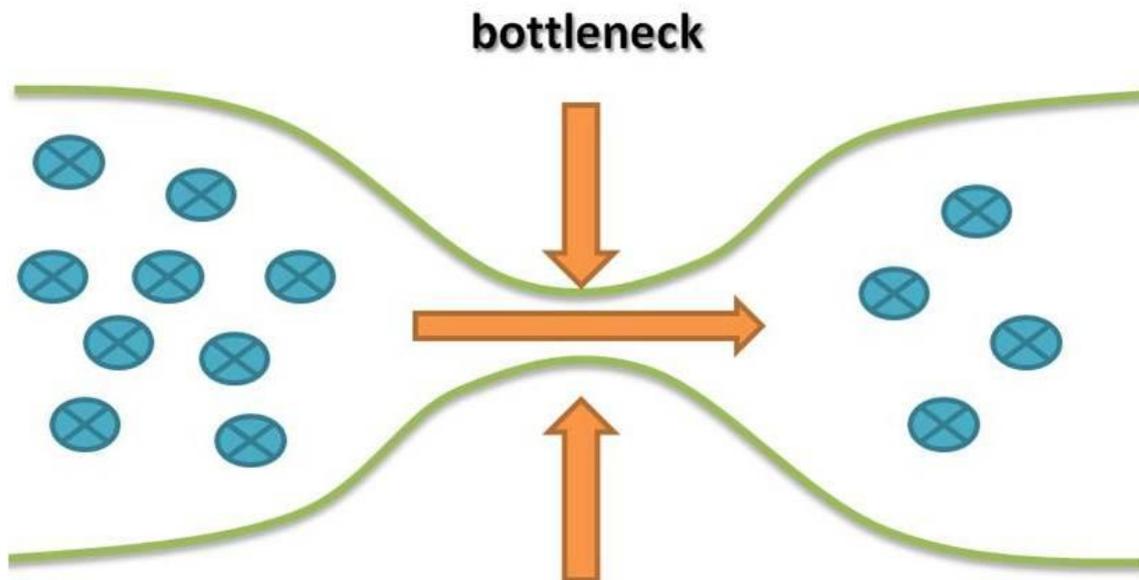


Figura 41. Representación del cuello de botella.

En nuestro caso se ve claro porque dicho proceso ejerce tal efecto, ya que al final se trata de sacar una serie de datos tales como el consumo futuro, el stock en fábrica o el stock en tránsito para cada referencia. Actualmente sacamos todos esos datos de forma masiva mediante transacciones de SAP pero cuando necesitamos saber en qué almacén se encuentra cada pieza nos vemos obligados a hacer un barrido una a una de todas las referencias que queremos en enviar.

La solución pasa por la construcción de una Macro en excel que nos permita ver el almacén donde se encuentra cada pieza basándose en la transacción **ZCBO**. El término Macro se refiere a una función de Excel que te permite ejecutar una o un conjunto de acciones las veces que se requiera.

También conviene saber que la transacción **ZCBO** te muestra el stock y la ubicación de los materiales que introduzcas al hacer la búsqueda. Equivale por tanto a la información que obtenemos al consultar el estado de cada pieza en la **MMBE** (es la transacción que se usa actualmente y que obliga a ir una a una). Sin embargo, el inconveniente que tiene es que te muestra mucha información, ya que te muestra **TODAS** las ubicaciones existentes de esa pieza en la fábrica o fuera de ella (en nuestro caso al estar suministrando piezas constantemente al subcontratista siempre habrá stock en ambos sitios).

La información la extraemos del SAP en formato excel, para posteriormente poder aplicar los filtros correspondientes para que nos dé solo las ubicaciones deseadas, es decir, que nos

muestre solo el/los almacenes propios donde guardamos dicha pieza. Estas fórmulas son las que parametrizaremos correctamente en la Macro para obtener como resultado final una columna en excel con el almacén donde se encuentra.

No es una tarea fácil, ya que el nivel de stock es un dato que se actualiza constantemente en el sistema y no siempre el valor mostrado es el correcto. Puede ocurrir, como de hecho ocurre con frecuencia en nuestro proceso, que el dato quede falseado por la siguiente razón:

El sistema te muestra el nivel de stock del que dispones en la fábrica, sin embargo, si tienes 1000 piezas de cierta referencia pero ya tienes comprometidas 400 en una entrega, la ZCBO te muestra que efectivamente sigues teniendo físicamente esas 1000 piezas. Por suerte existe otra transacción que te permite saber las entregas pendientes. Dicha transacción es la **LT23**. Debemos introducir los materiales que queramos consultar y ejecutar la transacción. Luego habrá que cruzar esos datos con los de la ZCBO para obtener, finalmente, el stock real del que podemos disponer.

Además surge otro problema, y es que dependiendo del almacén en que se encuentre cada pieza deberá recibir un tratamiento u otro. El 0203 es trata de un almacén informatizado que permite una serie de ventajas de las que no dispone el resto. Una muy importante tiene que ver con las entregas pendientes mencionadas anteriormente, ya que el 0203 nos permite dejar constancia de manera instantánea cuando creamos una entrega.

Pongamos el ejemplo de que tenemos un stock de un determinado material. Si está en el 0203 y decidimos coger una parte, al ejecutar informáticamente la orden (mediante la transacción ZM26) queda guardado en el sistema la cantidad que está reservada, aunque físicamente no haya ido el personal correspondiente a coger dicho material del almacén y llevarlo a expediciones.

Por otra parte, si el material se encuentra en Consigna o 0202, cuando creamos una orden manual nada avisa informáticamente de que ese material está cogido, solo cuando el almacenero va físicamente a por el y pasa la pistola lectora de código barras por la caja se descuenta esa entrega del stock disponible. Puede darse el caso, por tanto, de que el sistema nos diga que tenemos disponible una cantidad y cuando el personal vaya a recogerla encontrarse con que no queda suficiente material. Aquí radica la importancia de optimizar el proceso reduciendo su tiempo de elaboración, reduciendo así el margen de error.

Vemos por tanto que todo nuestro proceso no es más que un balance semanal de los recursos frente a las necesidades, pero todo este análisis requiere recopilar y tratar una gran cantidad de datos para que estos puedan sernos útiles.

5.1.2.1. BIG DATA.

En este punto cabe señalar la importancia creciente que está tomando el Big Data en el mundo empresarial. La información es poder, y el Big Data consiste básicamente en dotar a la empresa de la capacidad para aprovechar ese potencial.

El proceso sobre el que versa el presente trabajo tiene un carácter más operativo que estratégico, sin embargo la importancia del Big Data consiste en ser capaces de sintetizar toda esa información que es necesaria en un nivel más primario para poder remontarla aguas arriba con el fin de poder usarla para tomar decisiones estratégicas. La información ascendente debe ser precisa y asimilable.

Sirva de apoyo el siguiente artículo:

De acuerdo con Capgemini, en su estudio más reciente titulado “factor decisivo: big data y la toma de decisiones”, cerca del 66% de los encuestados dijo que la recopilación y análisis de datos impulsa la estrategia de negocios de su empresa y a la toma de decisiones.

Los encuestados mencionaron como principales tipos de datos que añaden más valor de información dentro de una organización a las actividades de negocio (datos de compras, ventas, costos, gastos etcétera) con un 68%, documentación de oficina (correos electrónicos e información almacenada) y redes sociales (32%).

Ante este fenómeno, 43% de los encuestados está de acuerdo que el uso de las redes sociales para la toma de decisiones es cada vez más importante, ya que también esta información les permite tener conocimiento de la opinión de sus audiencias.

Para la consultora, el panorama del big data es alentador ya que la automatización de las decisiones va por buen camino: 62% de los encuestados cree que hay muchos tipos de decisiones en operaciones tácticas que también podrían automatizarse.

Además, del universo encuestado que ha probado el big data para analizar y administrar información, las mejoras observadas en el rendimiento obtenido suman 26% y se espera que con tres años más los beneficios mejoren hasta un 41%.

Por otro lado, en cuanto a los retos para la toma de decisiones ante grandes volúmenes de información, el 85% de los encuestados dijo que su preocupación no es necesariamente por la cantidad de datos, sino por la capacidad de administrar y analizar tanta información de forma segura y en tiempo real.

Peter Kroll, vicepresidente y director general de Capgemini México, comentó que “la información es la nueva mina de oro, ya que hoy es de vital importancia contar con datos que permitan tomar mejores decisiones de negocios. Todos quieren información, pero no basta con contar con ella,

sino estructurarla en tiempo real y sacar ventaja para impactar el mercado en el que se desenvuelve la compañía. Big Data es igual a Big Business".

5.2. Método Kanban

En este apartado trataremos todo lo relativo a la implantación de un sistema Kanban en nuestro proceso. Estaremos cambiando por consiguiente el tipo de sistema de reaprovisionamiento. Este es un paso importante y por ello lo primero que debe hacerse es evaluar la idoneidad de implantar este sistema a nuestro proceso, ya que no todos los escenarios tienen la misma viabilidad.

Como se vio en el punto teórico **3.2.3.6.3**, los sistemas kanban tienen utilidad en productos con consumo regular y frecuente, con desviaciones de demanda baja y alta frecuencia de reaprovisionamiento.

Tendremos que evaluar por tanto la demanda de los kits que subcontratamos a Túnez para ver si este supuesto se ajusta a la realidad. En caso negativo debemos intentar alisar las previsiones lo máximo posible.

Una vez decidido que se quiere implantar el kanban, debemos tener muy claro cuál va ser nuestro nuevo método de trabajo. El siguiente esquema resulta muy ilustrativo y ayudará a la comprensión del mismo. Se trata de una primera idea del método de trabajo, pero posteriormente habrá que realizarse el análisis de todas las alternativas que barajamos. Estamos hablando, por ejemplo, de decidir cuál es nuestro tamaño de lote asociado a la tarjeta kanban, decidir qué señal es la que establecemos para mandar la tarjeta (si nada más abrir el lote o cuando éste quede vacío) o si trabajamos con un sistema de tarjetas físico o informático.

5.2.1. Esquema.

El kanban representa el método de autorización de la **producción** y el **movimiento** de los materiales. Sus componentes son los contenedores y las tarjetas kanban. El tamaño de los contenedores debe ser el mismo para cada referencia y debe existir un número limitado de estos.

De este modo, Schneider dejará de enviar material a Túnez cuando todos sus contenedores estén llenos. Por contra, enviaremos material cuando nos proporcionen un contenedor vacío.

Se usa la combinación de dos tipos de tarjetas kanban:

-Tarjeta kanban de TRANSPORTE: indica qué referencia y en qué cantidad debe recoger PEC de Meliana.

-Tarjeta kanban de PRODUCCIÓN: indica la cantidad que debemos fabricar (o tener disponible) en Meliana.

Estas tarjetas circularán entre Meliana y PEC.

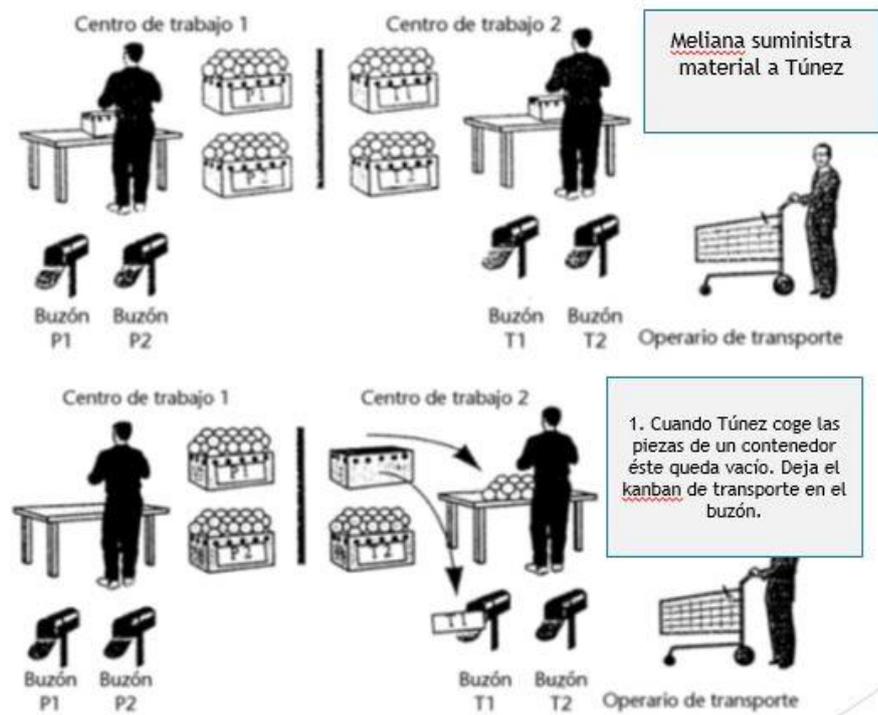


Figura 42. Esquema kanban.

El centro de trabajo 1 representaría a la fábrica de Schneider Meliana, mientras que el centro de trabajo 2 se refiere a la empresa subcontratista PEC, ubicada en Túnez, a la cual suministramos material.

Como hemos dicho antes, la implantación del kanban se traduce en trabajar contra consumo, ya que cuando PEC consuma el material asociado a una tarjeta kanban será cuando se desencadene una "orden de fabricación". Cuando la cubeta quede vacía, este movimiento debe quedar registrado mediante la tarjeta kanban asociada.

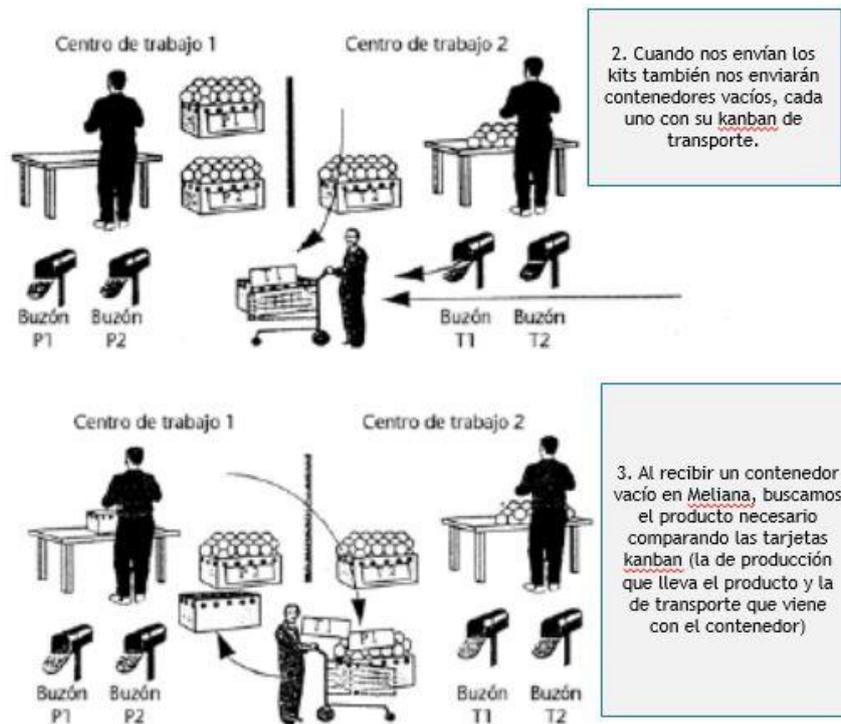


Figura 43. Esquema kanban.

El caso de la imagen representa trabajar con tarjetas físicas, y de este modo nos veríamos obligados a esperar a que el camión que nos llega de Túnez con los kits ya montados nos traiga a su vez las tarjetas. Nuestra logística nos complica el trabajo, ya que recordemos que cada transporte entre estas dos empresas tarda de media una semana. De ahí surge la idea de las tarjetas informáticas.

En la figura arriba expuesta, se muestra como al recibir un contenedor vacío en Meliana, deberemos buscar la referencia necesaria comparando las tarjetas kanban (la de producción que lleva el material y la de transporte que viene con el contenedor).

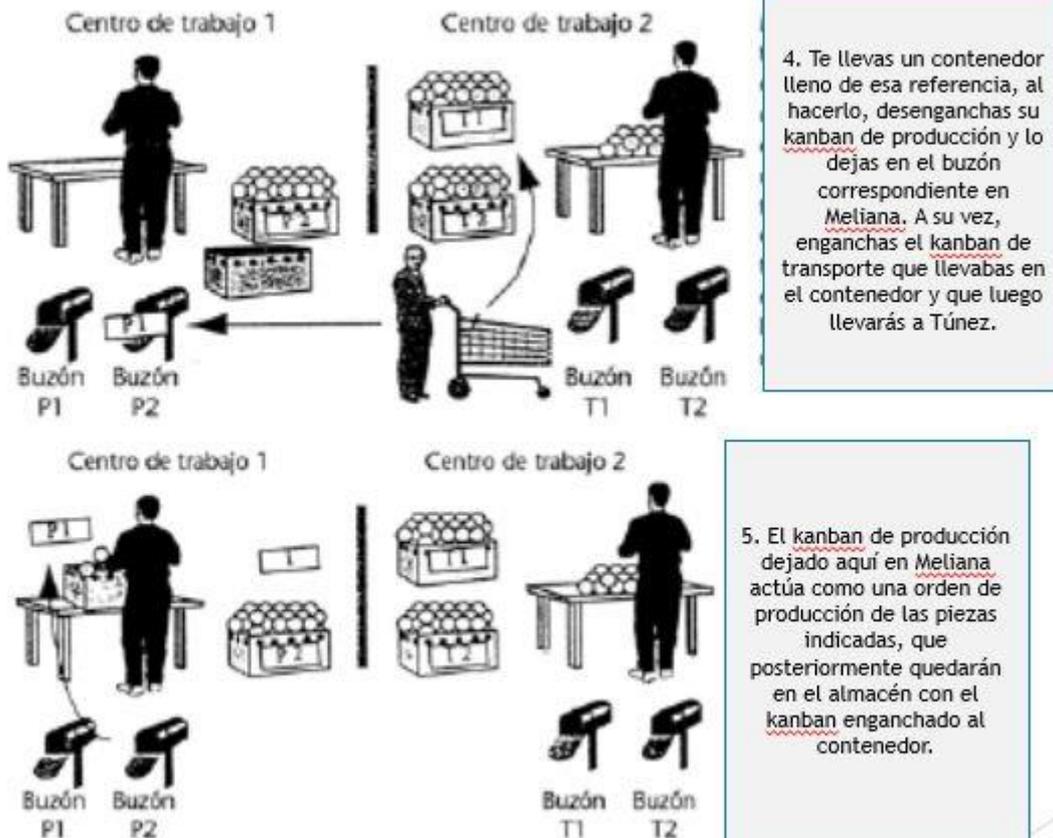


Figura 44. Esquema kanban.

Cuando cojamos el contenedor con el material necesario, deberemos desenganchan la tarjeta kanban de producción que actuará como orden de fabricación de ese material.

A su vez, enganchamos el kanban de transporte que llevabas en el contenedor y que luego llevarás a Túnez.

Así pues, cada expedición de material que enviamos a Túnez estará compuesto por los materiales que nos han indicado las tarjetas kanban.

5.2.2. Parametrización del Kanban.

Una vez visto el método de trabajo, el siguiente paso será determinar los parámetros propios del kanban, siendo el más importante el que se refiere al número tarjetas kanban puestas en juego. Al establecer un número determinado de tarjetas, entendiendo que éstas están asociadas a un contenedor de material, estamos acotando el inventario máximo que ponemos en juego, poniendo así solución al principal problema que hemos identificado en el presente trabajo, el

control de stock en Túnez.

Para ello abordaremos la cuestión de dos formas. Por un lado obtendremos nuestros resultados aplicando la **fórmula teórica** del kanban. Por otra parte, haremos una **simulación** del funcionamiento del kanban con los datos históricos del año pasado.

Finalmente, elegiremos la alternativa que nos resulte más coherente o aplicaremos un mix de ambas.

5.2.2.1 Fórmula teórica

Esta es la fórmula que usaremos para determinar el número de tarjetas de cada referencia, teniendo en cuenta que si bien el tiempo de suministro es el mismo para todas las referencias, el resto de factores tendrá un valor concreto según la referencia en cuestión.

$$k = \frac{\bar{D} * \overline{TS} + SS}{Q}$$

K: Número de tarjetas kanban puestas en juego para cada referencia.

D: Demanda promedio.

TS: tiempo total que transcurre desde que se solicita un contenedor de una referencia hasta que se recibe, teniendo en cuenta el periodo de producción o suministro del proceso anterior. Debe estar expresado en la misma unidad que la demanda.

SS: stock de seguridad

Q: capacidad del contenedor o elemento que contiene la tarjeta.

Normalmente se usa para calcular o bien el número de tarjetas (k) o bien el tamaño de lote (Q). En nuestro caso, el valor que damos como impuesto será el tamaño de lote, siendo éste el valor de la precontada de cada material que tenemos disponible en SAP.

TS: El tiempo de suministro en nuestro caso deberá incluir:

- La semana de tránsito Túnez-Meliana con el contenedor vacío (sólo en el caso de tarjetas físicas)
- La semana de preparación/fabricación del material hasta su expedición.
- La semana de tránsito del material Meliana-Túnez.

D: La demanda de cada referencia al extraeremos de nuestro sistema SAP.

SS: en el caso de Schneider se usa una fórmula para obtener este dato. Dicha fórmula multiplica 3 datos:

- El consumo de esa referencia (equivale a nuestra D calculada antes).
- La raíz cuadrada del tiempo de suministro.

-Factor de seguridad de la empresa. Actualmente este valor es 2.05.

$$SS = \text{Consumo} \times \text{raiz}(TS) \times \text{Factor de seguridad}$$

Una vez determinados los datos necesarios, solo resta introducirlos en un excel para poder calcular rápidamente el número de tarjetas puestas en juego (K), como se puede observar en la siguiente figura.

PEC		$k = \frac{\bar{D} * \overline{TS} + SS}{Q}$				
Referencias	K (tarjetas)	Demanda semanal media	TS	SS	Q	cantidad maxima
970139	2	11412	3	40520	60000	120000
3527219 AH	5	9523	3	33815	15000	75000
3527221 AK	17	12668	3	44982	5000	85000
3527223 AN	9	13061	3	46377	10000	90000
3527224 AL	10	12612	3	44782	9000	90000
3527225 AF	6	8746	3	31056	10000	60000
3527226 AR	16	8542	3	30330	3500	56000
3527227 AL	17	12939	3	45943	5000	85000
3527229 AE	5	7135	3	25333	10000	50000
3527237 AN	22	8096	3	28747	2500	55000
3527239 AD	4	126	3	447	210	840
3527239 CB	85	2697	3	9577	210	17850
3527245 AT	15	10698	3	37986	5000	75000
3527246 AF	3	3458	3	12277	10000	30000
3527255REM	39	2937	3	10430	500	19500
3527256REM	39	2937	3	10430	500	19500

Figura 45. Cálculo de las tarjetas mediante la fórmula teórica. Elaboración propia.

De este modo, obtenemos la cantidad de tarjetas de cada referencia que teóricamente serían necesarias para nuestro kanban.

5.2.2.2 Simulación

En el siguiente apartado trabajaremos al revés. q

Como hemos dicho, la idea del kanban es trabajar contra consumo, por lo que la idea es ver de qué manera funcionamos para satisfacer dicho consumo. Lo primero, por tanto, será conocerlo.

En este punto recordamos el apartado donde hablamos del big data, ya que el análisis que haremos con posterioridad sólo es posible si se tiene un sistema capaz de recopilar esa información y transformarla en una herramienta de análisis, y de ese modo, generar conocimiento.



Figura 46. Diferencia entre conocimiento, información y datos.

Tenemos un sistema que es capaz de almacenar todos los movimientos de material realizados durante el año pasado. La transacción MB51 es la que nos muestra estos datos. Ahora bien, ¿Cuál escogemos? Según el tipo de movimiento (expedición, recepción, ajuste positivo, ajuste negativo, etc) que introduzcamos nos mostrará unos datos u otros.

Una posible solución podría ser ver las expediciones de material. Nosotros enviamos cada semana una determinada cantidad de material, que se supone es el necesario para la fabricación de los kits, luego el consumo podría ser la cantidad de material que hemos enviado el año pasado.

Sin embargo, en nuestro caso este dato queda tergiversado. La razón es la que intentamos solucionar precisamente en este trabajo, y es que nosotros enviamos material haciendo un balance que depende directamente del stock que nos dicen que tienen allí, y como hemos visto anteriormente, no es fiable.

La solución pasa por introducir en la transacción MB51 los movimientos de **recepción** de kits. A nosotros nos llega el producto semielaborado, los kits, pero mediante la explosión de materiales (Bill of materials) podemos obtener las referencias que nos llegan en cada recepción.

Así pues, ejecutando esta transacción con los correctos parámetros el SAP nos dará el consumo por referencia de cada material en el periodo indicado. Exportando dicha información a excel obtendremos esto:

Consumo										
Referencia	2	4	5	6	7	8	9	10	12	13
51002474AE	14988	7969	6562	7121	9365	9320	9319	8523	8523	7329
AAV66418	5600	3947	3578	3335	4583	4454	4043	3420	3420	2725
BBV42897	5898	4495	4213	4158	4718	3651	3651	3876	3876	3090
3530493ME	11227	6708	6525	5869	6880	6819	6817	6038	6038	4849
3527227 AL	15379	8118	6663	7249	9565	9564	9562	8723	8723	7510
51002444AD	15113	8016	6594	7161	9428	9398	9396	8586	8586	7386
3527221 AK	15086	8006	6588	7153	9415	9382	9380	8573	8573	7374
51202867AB	5383	2235	2335	1727	2183	3200	3198	2183	2183	1777
51002404AA	8733	6700	5683	5208	6083	5226	6066	5241	5241	4245
ABTCFIDL	11568	8815	8263	8154	9254	7161	7161	7602	7602	6060
AAV83041	5898	4495	4213	4158	4718	3651	3651	3876	3876	3090
BBV16234NBT	4062	1183	1645	1234	1542	2469	2056	1542	1542	1234
3527245 AT	17052	9035	7432	8071	10632	10603	10602	9685	9685	8332
3530485 AL	11630	8861	8308	5872	6091	3987	3987	7643	7643	6092
BBV22793	1385	1078	718	514	667	770	1179	667	667	564
GHC11116AA	11616	8850	8297	5865	6084	3982	3982	7633	7633	6084
GHC50369AA	9103	3478	2352	2967	4653	5677	5675	4653	4653	4244

Figura 47. Consumo real extraído de SAP. Elaboración propia.

La figura muestra el **consumo real** por referencia en cada una de las semanas del año.

El número de la semana está calculado automáticamente mediante una función excel, pero para simplificar los cálculos de la simulación supondremos que todas las semanas son consecutivas. Estas cantidades son a las que vamos a suponer que tenemos que hacer frente, que como vemos son cantidades exactas resultantes de la explosión de materiales. Ahora bien, debido a las restricciones logísticas no podemos mandar exactamente esa cantidad.

El siguiente paso será, por tanto, aproximar dichas cantidades al tamaño de lote de cada referencia para así sacar **la cantidad a reaprovisionar**. Aquí es donde entran las diferentes variantes de la simulación. Si cogemos el redondeo a la baja, estaremos representando solo los contenedores consumidos en su totalidad.

Fijémonos en el consumo de la referencia 51002474 AE durante las primeras semanas. Si redondeamos todos los valores a la baja estaremos dejando de reaprovisionar los picos de cada una de las semanas. El tamaño de lote de la referencia es de 2500 unidades. Luego las cantidades a reaprovisionar serían 12500, 7500, 5000, etc. Dejaríamos de reaprovisionar 2488 en la semana 2, 469 en la 4 y así sucesivamente.

Para solucionarlo debemos tener en cuenta la diferencia del acumulado del consumo real que hemos tenido con el acumulado de las cantidades a reaprovisionar. De este modo tenemos en cuenta los picos de los contenedores no consumidos totalmente de las semanas anteriores.

BL6 $=\text{REDONDEAR.MENOS}((U6+\text{SUMA}(\$S6:T6)-\text{SUMA}(\$BJ6:BK6))/\$H6;0)*\$H6$

Cogiendo solo las cubetas consumidas (Round down)
+ el pico de la semana anterior

Cantidad a reaprovisionar semanal

Referencia	2	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	17
51002474AE	12500	10000	5000	7500	10000	10000	7500	10000	7500	7500	7500	17500	17500

Figura 48. Cantidades a reaprovisionar en cada semana. Elaboración propia.

En la figura se muestra como quedarían las cantidades a reaprovisionar. Este paso es vital para la posterior simulación, así que para comprobar que los datos son correctos podemos hacer lo siguiente: calcular la diferencia entre el consumo real durante todo el año de cada referencia y la cantidad que nos sale a reaprovisionar. Dicha diferencia debe ser menor al tamaño de lote.

Así pues, ya tendríamos dos tablas. La azul con el consumo real y la verde con las cantidades a reaprovisionar.

La tercera tabla será la simulación propiamente dicha. Se muestra en la siguiente figura en color amarillo.

$\text{Stock}(i) = \text{Stock}(i-1) + \text{MROUND}(\text{Consumo}(i-3) - \text{Consumo}(i))$
Lo que consumo en la W1 me llega en la W4. Ver esquema escenario.

Simulación stock al finalizar semana

Referencia	2	4	5	6	7	8	9	10	12
51002474AE				39921,6	40556,6	36236,6	34417,6	35894,6	37371,6
AAV66418				19499,5	18516,5	17662,5	17219,5	18599,5	19379,5
BBV42897				18709,7	18491,7	19040,7	19589,7	20363,7	20087,7
3530493ME				31517,9	31037,9	31018,9	29801,9	30963,9	31725,9
3527227 AL				43041,8	38476,8	38912,8	34350,8	35627,8	36904,8
51002444AD				37617,6	38189,6	28791,6	29395,6	30809,6	32223,6
3527221 AK				42580,4	38165,4	33783,4	34403,4	35830,4	37257,4
51202867AB				14461,9	14728,9	13733,9	12250,9	12272,9	13274,9
51002404AA				29476,0	29393,0	30167,0	30101,0	30860,0	29619,0
ABTCFIDL				36660,0	35906,0	37245,0	38084,0	39982,0	39380,0
AAV83041				17859,7	18141,7	18490,7	18839,7	19963,7	20087,7
BBV16234NBT				11888,3	11546,3	10677,3	9821,3	9879,3	10737,3
3527245 AT				46149,9	45517,9	39914,9	39312,9	39627,9	39942,9
3530485 AL				32308,4	36217,4	39730,4	40743,4	40600,4	35457,4
BBV22793				10176,7	10664,7	10587,7	9870,7	9896,7	10153,7
GHC11116AA				33221,7	35937,7	40755,7	41173,7	40140,7	36907,7
GHC50369AA				24394,1	19741,1	14064,1	16389,1	11736,1	15083,1

Figura 49. Simulación del nivel de stock. Elaboración propia.

Dicha tabla representa el nivel de stock al finalizar la semana que tendríamos teniendo en cuenta las dos tablas anteriores. Recordemos que a efectos de cálculos consideramos todas las semanas consecutivas.

Suponemos que partimos de una situación inicial en la que nuestro stock es el SS calculado para cada referencia. De este modo, la simulación consiste en que cada semana(i) tendremos el stock de la semana anterior(i-1), más la cantidad a reaprovisionar de hace 3 semanas (i-3), menos el consumo de la propia semana (i).

$$\text{Stock}(i) = \text{Stock}(i-1) + \text{MROUND}(\text{Consumo}(i-3) - \text{Consumo}(i))$$

Lo que consumo en la W1 me llega en la W4. Ver esquema escenario .

Pare entenderlo hay que tener muy presentes nuestro esquema de tránsitos. El material que consume PEC en la semana 1 le será reaprovisionado en la semana 4 si consideramos el escenario de que las tarjetas kanban son físicas. Estamos considerando pues, la semana de tránsito de las tarjetas hacia Meliana, la semana de fabricación/preparación del material y finalmente la semana de tránsito hacia PEC. Un total de 3 semanas.

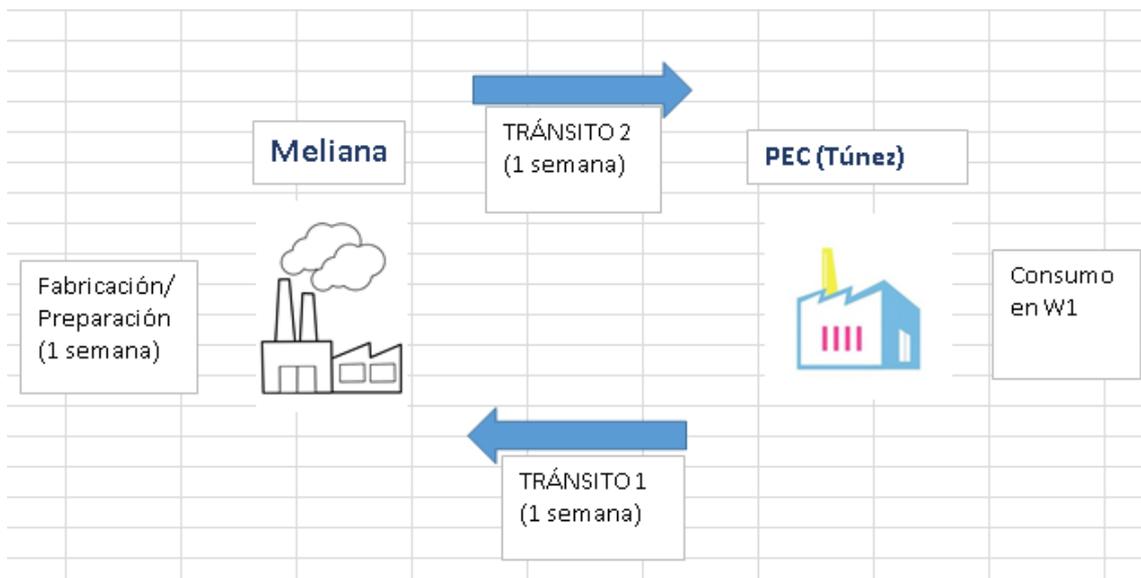


Figura 50. Esquema de tránsitos. Elaboración propia.

Así pues, la tabla amarilla nos muestra lo que hubiera sido la evolución de nuestros stocks aplicando el método kanban. De esta tabla podemos sacar mucha información útil, como por ejemplo las rupturas que habiéramos tenido. Por ruptura entendemos que nuestra empresa subcontratada PEC se ha quedado sin piezas para fabricar los kits que le requerimos. Consideraremos ruptura, por tanto, cuando nuestro stock sea negativo.

Además, como la simulación parte de un SS determinado, podemos jugar con este dato en

función del nivel de servicio que queramos obtener.

A la hora de decidir qué política implantar, nos fijaremos en dos datos principalmente, el número de rupturas y el valor medio del stock que estamos tratando. Habrá que buscar un equilibrio ya que se trata de dos factores estratégicos. El primero tiene una repercusión directa en el nivel de servicio que ofrecemos al cliente y el segundo es uno de los principales objetivos de la dirección, bajar el nivel de stock, principio tan ansiadamente buscado por la filosofía Lean.

Con estas 3 tablas ya podemos sacar conclusiones, pero nos falta lo más importante, calcular el número de tarjetas que habría que poner en juego para cada referencia. Para ello necesitaremos dos tablas más.

La primera de nos dirá el número de tarjetas kanban enviadas cada semana. Su cálculo es sencillo, cada casilla será la cantidad a reaprovisionar de esa semana (tabla verde) dividido entre el tamaño de lote de cada referencia.

		Cantidad reaprovisionar / Tamaño de lote																			
Tarjetas																					
		2	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	17	18	20	21	22	23	24	25
5	4	2	3	4	4	3	4	3	3	3	7	7	4	4	4	8	3	4	4		
9	6	6	6	8	7	7	5	6	5	6	14	18	7	7	7	12	5	6	5		
39	30	28	28	31	24	25	26	25	21	21	49	57	23	29	30	68	33	34	39		
28	16	17	14	18	17	17	15	15	12	17	32	38	18	19	18	39	16	17	18		
3	1	2	1	2	2	2	1	2	2	1	4	3	2	3	1	5	1	2	2		
1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	2	2	1	1	1	2	1	1	0		
3	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	3	4	2	2	2	4	2	2	1		

Figura 51. Cálculo del número de tarjetas que representa cada reaprovisionamiento semanal. Elaboración propia.

La segunda tabla nos dirá el número de tarjetas necesarias para que funcione el ciclo. Suponemos que hay 3 semanas desde que recibimos una tarjeta hasta que podamos volver a recibir la misma. Luego cada casilla representa la suma de las tarjetas enviadas durante 3 semanas consecutivas (la casilla 1 es la suma de 1, 2 y 3, la casilla 2 de 2, 3 y 4, y así sucesivamente). **El número de tarjetas que necesitemos de cada referencia será el máximo de todo el año.**

Hay 3 semanas desde que recibimos una tarjeta hasta que podemos volver a recibirla misma.

Tarjetas en movimiento (en 3 semanas)

2	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	17	18	20	21	22	23	24	25
11	9	9	11	11	11	10	10	9	13	17	18	15	12	16	15	15	11	10	14
21	18	20	21	22	19	18	16	17	25	38	39	32	21	26	24	23	16	16	22
97	86	87	83	80	75	76	72	67	91	127	129	109	82	127	131	135	106	98	117
61	47	49	49	52	49	47	42	44	61	87	88	75	55	76	73	72	51	47	59
6	4	5	5	6	5	5	5	5	7	8	9	8	6	9	7	8	5	5	7
2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	5	5	4	3	4	4	4	2	2	3
5	4	5	6	6	5	5	4	5	6	9	9	8	6	8	8	8	5	5	6
40	26	25	29	35	35	31	25	31	45	65	66	56	40	46	38	36	22	24	35
10	9	9	8	8	8	9	8	8	9	13	13	13	10	15	14	14	11	11	14
57	50	52	49	47	43	45	43	40	53	74	76	64	49	74	77	79	60	52	58
14	13	13	13	12	11	11	11	10	14	19	20	16	12	19	20	21	15	13	15
34	20	22	26	30	30	26	22	26	41	62	61	49	29	31	27	27	20	19	32

Figura 52. Cálculo del número de tarjetas necesarias. Elaboración propia.

De esta forma ya tendríamos el número de tarjetas que necesitaríamos, que recordemos, se traduce en el número de contenedores que vamos a poner en movimiento.

Por último, para saber el número de rupturas hemos hecho otra tabla que simplemente cuenta las veces que nuestro nivel de stock ha sido negativo. El resumen de todo esto se muestra al principio de la simulación y es como se muestra en la siguiente figura.

$$k = \frac{\bar{D} * \overline{TS} + SS}{Q}$$

↓

								Simulación	
								Rupturas	Valor medio stock
								165	148.067,4 €
Referencia	Nº tarjetas teórico	Nº tarjetas simulación	ABC	Precio	Tam. Lote	Semanas enviadas	Rupturas	MEDIA SIMULACIÓN	Valor medio stock
51002474AE	30	18	B	0,0217	2500	42	0	32635,2	709,5 €
AAV66418	57	39	A	1,4340	600	42	0	18294,3	26.234,0 €
BBV42897	246	140	A	1,0107	150	42	0	16698,0	16.875,8 €
3530493ME	138	88	A	0,4904	400	41	0	29862,8	14.643,8 €
3527227 AL	15	9	C	0,0045	5000	40	0	31925,1	142,4 €
51002444AD	8	5	C	0,0084	10000	40	0	28932,9	244,2 €
3527221 AK	15	9	C	0,0060	5000	39	0	31694,6	188,9 €
51202867AB	90	66	B	0,0866	245	39	0	13294,8	1.150,9 €
51002404AA	29	17	B	0,0225	2000	38	0	23570,0	530,3 €
ABTCFIDL	139	79	A	0,1925	500	38	0	35420,3	6.819,8 €
AAV83041	36	21	B	0,0483	1000	36	0	17752,1	858,0 €
BBV16234NBT	85	62	C	1,2142	200	36	0	10725,9	13.023,4 €
3527245 AT	17	10	C	0,0044	5000	35	0	38116,7	167,7 €
3530485 AL	25	15	B	0,0173	2500	35	0	30904,0	535,9 €
BBV22793	74	50	A	1,1412	231	35	0	7217,7	8.236,8 €
GHC11116AA	28	17	B	0,0258	2200	35	0	30891,1	797,0 €
GHC50369AA	5	3	B	0,0380	8000	35	0	13664,9	518,9 €

Figura 53. Datos resumen cálculo teórico y la simulación. Elaboración propia.

Como podemos ver se muestra una comparativa entre las tarjetas calculadas teóricamente y la simulación.

Este resumen nos permite ver fácilmente los dos indicadores de los que hablamos anteriormente, las **Rupturas** y el **Valor medio stock**.

Además de esto, la columna semanas enviadas nos muestra la frecuencia con la que enviamos cada material durante el año. Esto es de gran utilidad ya que hay referencias que debido a su elevado tamaño de lote no se adecuan a las características del kanban, ya que se envían muy pocas veces al año.

Otro factor a tener en cuenta es el que se ocasiona justamente por el efecto contrario, ya que si nuestro tamaño de lote es muy pequeño el número de tarjetas kanban se dispara. El proceso debe ser gestionable, por lo que una posible solución podría ser agrupar dichas referencias en lotes más grandes, por ejemplo que una tarjeta represente 10 lotes.

5.2.2.2.1. Comparativa y presupuesto

En el apartado anterior hemos explicado cómo funciona la simulación, ahora bien, dependiente de si tomamos diferentes supuestos los resultados finales cambian considerablemente.

La siguiente figura nos muestra un resumen de los indicadores más relevantes para los 6 posibles escenarios contemplados.

Tipo	Nº tarjetas simulación	Rupturas	Valor medio stock Túnez
Round Down			
SS max	1394	164	148.798,95 €
SS 0,75	1394	524	71.214,64 €
SS medio	1394	655	60.314,24 €
Round UP			
SS max	1447	79	155.621,92 €
SS 0,75	1447	369	78.037,61 €
SS medio	1447	450	67.137,21 €

Figura 54. Comparativa de los posibles escenarios. Elaboración propia.

Round Down y Round Up nos indica el tipo de redondeo usado para calcular la cantidad semanal a reaprovisionar (tabla verde), ya que podemos barajamos dos escenarios. Si asumimos que PEC pone una tarjeta en juego nada más empezar (o abrir) un lote, la simulación correcta es Round UP, mientras que si por el contrario asumo que se pone la tarjeta en juego una vez consumido completamente el contenedor, deberé usar Round Down.

Ejemplo:

Lote: 2.500

Consumo real: 14.988

Lotes gastados: $14.988 / 2.500 = 5.9$

Round Up: considero 6 tarjetas consumidas.

Round Down: considero 5 tarjetas consumidas.

A su vez, dividimos cada escenario en 3 opciones, en función del stock de seguridad que esté dispuesto a poner en juego, siendo:

$SS = Consumo \times Raiz (Tiempo Suministro) \times 2,05$

SS max: tomo como consumo el máximo del histórico de un año.

SS 0.75: tomo como consumo el valor del 3 percentil del histórico de un año.

SS medio: tomo como consumo el valor medio del histórico de un año.

Al final obtenemos los datos de la figura. Evidentemente nos conviene minimizar el número de rupturas y el stock pesto en juego.

Observamos una clara dominancia en el escenario Round UP, ergo se acordará con el subcontratista que el método de trabajo debe ser el explicado anteriormente, es decir, la tarjeta kanban entra en movimiento nada más empezar a consumir un lote.

De las 3 opciones que nos quedan, la única con un nivel de rupturas aceptable es la que tienen en cuenta el SS máximo, con un total de **79 rupturas** y un valor de stock medio de **155.621.92 €**.

Para saber si merece la pena la implantación debemos comparar ambos datos con el **escenario actual**. Las rupturas del periodo usado para la simulación supusieron un total de **65 rupturas**.

Para calcular stock medio que pusimos en juego durante ese periodo de tiempo recurriremos a nuestro sistema SAP. Mediante la transacción ZV16 podemos saber el nivel de stock de cada referencia. El valor medio de stock asciende a un total de **164.505 €**.

6. CONCLUSIONES

A lo largo de todo el trabajo se han intentado demostrar los conocimientos aprendidos durante el grado para mejorar la cadena de suministro de la empresa estudiada. Ha sido de vital importancia identificar en primer lugar cuales son los puntos fuertes y débiles de nuestro proceso.

Si bien es cierto que la empresa cuenta con una cultura Lean muy arraigada, el actual sistema tradicional o departamental de la empresa dificulta la consecución de unos objetivos comunes entre departamentos. Por otra parte, el gran tamaño de la empresa propicia que determinadas áreas queden sin la asignación de recursos que se requeriría.

Dentro del proceso estudiado, la cadena de suministro Schneider-Túnez, ha quedado identificado como el principal problema la poca fiabilidad del nivel de stock que nos daban semanalmente, factor que como hemos visto tiene una repercusión directa en nuestro nivel de servicio.

Los dos ejes de acción propuestos abordan directamente este problema, ofreciendo por una parte la solución del inventario rotativo y por otro la implantación de la metodología Kanban.

Ambas soluciones, no obstante, requieren un alto grado de participación de nuestro subcontratista, por lo que una correcta supervisión y control por parte de Schneider se antoja indispensable para el futuro del proceso.

7. BIBLIOGRAFÍA

7.1. LIBROS, MANUALES, PÁGINAS WEBS Y DOCUMENTOS DOCENTES.

La historia de Schneider Electric. Schneiderelectric.es

Recuperado de

<http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/empresa/perfil/historia/historia-schneider-electric.page>

Asensi, L. 2013. Reglas de gestión. Procedimientos Schneider Electric.

Oltra Badenes, R. 2012. Sistemas Integrados de Gestión Empresarial. Evolución histórica y tendencias de futuro. Editorial UPV. Recuperado de

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/50815/Art_Docente_SI_ERP_Def_Cast.pdf?sequence=1

Holland, C.P. & Light, B., 1999. A Critical Success Factors Model For ERP Implementation. IEEE Softw., 16(3), 30-36.

McGaughey, R.E. & Gunasekaran, A., 2009. Selected Readings on Strategic Information Systems. Chapter XXIII Enterprise Resource Planning (ERP): Past, Present and Future, Information Science Reference (an imprint of IGI Global).

Planeación de requerimientos de materiales – MRP (Material Requirements Planning).

Ingeniería industrial online.com. Recuperado de

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/planeaci%C3%B3n-de-requerimientos-de-materiales-mrp/>

Metodología de las 5S. Ingeniería industrial online.com. Recuperado de

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestion-y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/>

Romero, A.A. 2016. ¿Qué es el cuello de botella y cómo afecta a un proceso productivo?

Que aprendemos hoy.com

Recuperado de <http://queaprendemoshoy.com/que-es-el-cuello-de-botella-y-como-afecta-a-un-proceso-productivo/>

Cobra mayor importancia el Big Data en las empresas. 2013. Énfasis Logística. Recuperado de:

<http://www.logisticamx.enfasis.com/notas/67417-cobra-mayor-importancia-el-big-data-las-empresas>

Alemaný Diaz, M. 2015. Planificación y producción de inventario. Tema 6 Lean Manufacturing.

Origen y evolución del Lean Manufacturing. Progressa.

Recuperado de:

<http://www.progressalean.com/origen-y-evolucion-del-lean-manufacturing/>

7.2. FIGURAS

Figura 1. Recuperado de

<http://www.almasseraantiga.es/2014/05/mosaico-nolla-despues-gardy-ahora.html>

Figuras 2, 16, 17, 18 y 19:

Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/planeaci%C3%B3n-de-requerimientos-de-materiales-mrp/>

Figuras 5, 7, 42, 43 y 44:

Alemaný Diaz, M. 2015. Planificación y producción de inventario. Tema 6 Lean Manufacturing.

Figuras 4, 8, 9, 20, 34:

Archivos Schneider electric Meliana.

Figuras 10, 11, 12, 13, 14 y 15:

Asensi, L. 2013. Reglas de gestión. Procedimientos Schneider Electric.

Figura 26. Recuperado de

https://www.google.es/search?q=tipos+de+demanda+dependiente+e+independiente&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwilkZnq_Z7UAhXlvBQKHR_6DIYQ_AUIBigB&biw=1680&bih=940#tbm=isch&q=demanda+dependiente&imgsrc=te1Pk9CjGDcz6M:

Figura 35. Recuperado de

<http://www.monografias.com/trabajos34/gestion-conocimiento/gestion-conocimiento.shtml>

Figura 41. Recuperado de

<http://www.manufacturainteligente.com/aplicar-cycle-time-obtener-lean-process/>

Figura 46. Recuperado de

<http://blog.bi-geek.com/que-es-business-intelligence/>



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Documento II

PRESUPUESTO

AUTOR: ENRIQUE QUETGLAS SANMARTÍN

Índice

1.	DESCRIPCIÓN DE LOS COSTES	3
1.1.	Análisis y programación del inventario rotativo.	3
1.2.	Implantación del inventario rotativo.	3
1.3.	Análisis y programación de la metodología Kanban.	4
1.4.	Implantación del Kanban.....	4
1.5.	Automatización	5
2.	PRESUPUESTO	6

1. DESCRIPCIÓN DE LOS COSTES

En el presente apartado se valorarán los costes que han tenido cada una de las actividades realizadas para la ejecución del proyecto. Si bien es cierto que las dos grandes alternativas de mejora podrían ser excluyentes entre sí, el presupuesto incluye ambas propuestas conjuntamente ya que se han destinado recursos al estudio de ambas alternativas.

Así pues, podemos diferenciar entre 5 grandes grupos actividades:

- Análisis y programación inventario rotativo.
- Implantación inventario rotativo.
- Análisis y programación metodología Kanban.
- Implantación Kanban.
- Automatización.

1.1. Análisis y programación del inventario rotativo.

Este capítulo incluye todas las tareas relacionadas con el análisis y cálculo de los datos previo a la puesta en marcha del inventario rotativo. Estamos hablando de la clasificación de piezas según el criterio ABC mencionado en la memoria, la calendarización de las piezas, etc.

El proyecto lo encarga el responsable del departamento de Supply Chain, siendo éstos los recursos que pone en juego:

Tipo	Coste (€/h)	Cantidad
Ingeniero en prácticas	5	1
Ingeniero Grado 1	12	1
Ingeniero Grado 2	15	1
Ingeniero Grado 3	20	1

1.2. Implantación del inventario rotativo.

Aquí incluimos las actividades realizadas en la puesta en marcha del inventario que tendrían lugar durante un año. Estas tareas son el recuento mismo de las piezas por parte de los operarios de PEC, la gestión las piezas reclamadas semanalmente o el control y ajuste del nivel de stock de cada una de ellas.

Tendremos en cuenta para los cálculos 47 semanas laborables al año. Asumimos que el tiempo semanal dedicado por parte de cada uno es el que se muestra en la siguiente tabla:

Tipo	Coste (€/h)	Cantidad	Tiempo (h/sem)
------	-------------	----------	----------------

Ingeniero en prácticas	5	1	2
Ingeniero Grado 1	12	1	1
Ingeniero Grado 2	15	1	0,5
Operario Túnez	5	1	4
Ingeniero Túnez	10	1	1

1.3. Análisis y programación de la metodología Kanban.

En este apartado abordamos los pasos previos a la implantación física del Kanban. Este es un proceso complejo que abarca desde el estudio de la metodología a emplear al cambiar el método de suministro del área en cuestión hasta la valoración final del impacto que supondría tanto económicamente como en la cuestión logística.

Los recursos destinados son los siguientes:

Tipo	Coste (€/h)	Cantidad
Ingeniero en prácticas	5	1
Ingeniero Grado 1	12	2
Ingeniero Grado 2	15	3
Ingeniero Grado 3	20	2

1.4. Implantación del Kanban.

La implantación de la metodología Kanban comprende todas las actividades necesarias para el correcto funcionamiento del mismo. Esto incluye tareas como el redimensionamiento de la fábrica de PEC para adaptarse a la nueva forma de trabajar, la compra de los materiales necesarios, la formación del personal de Túnez, la supervisión del proceso y el control periódico tanto por parte de Schneider como de PEC. Todas estas tareas se presupuestarán para el periodo de un año, teniendo en cuenta 47 semanas laborables.

Los recursos utilizados serían los siguientes:

Tipo	Coste (€/h)	Cantidad	Tiempo (h/sem)
Ingeniero en prácticas	5	1	2
Ingeniero Grado 1	12	2	2
Ingeniero Grado 2	15	3	2
Ingeniero Grado 3	20	2	2
Operario Túnez	5	30	3
Ingeniero Túnez	10	4	6

Además de esto, tenemos otros gastos a tener en cuenta, tales como el coste de las tarjetas Kanban, el software de gestión usado para dicho sistema o el redimensionamiento de la fábrica de PEC.

1.5. Automatización

Este apartado incluye las tareas que se tuvieron que llevar a cabo para automatizar el proceso de la elaboración de lista de materiales que se hace cada semana. Es el apartado más simple, ya que se trata de una solución informática.

Los recursos utilizados son:

Tipo	Coste (€/h)	Cantidad
Ingeniero en prácticas	5	1
Ingeniero Grado 1	12	1

2. PRESUPUESTO

Tarea	Descripción de las unidades de obra	Cantidad	Precio	Importe
1	ANÁLISIS Y PROGRAMACIÓN INVENTARIO ROTATIVO			
h	Ingeniero en prácticas	15	5,00 €	75,00 €
h	Ingeniero Grado 1	10	12,00 €	120,00 €
h	Ingeniero Grado 2	5	15,00 €	75,00 €
h	Ingeniero Grado 3	3	20,00 €	60,00 €
	Total capítulo 1			330,00 €
2	IMPLANTACIÓN INVENTARIO ROTATIVO			
h	Ingeniero en prácticas	94	5,00 €	470,00 €
h	Ingeniero Grado 1	47	12,00 €	564,00 €
h	Ingeniero Grado 2	23,5	15,00 €	352,50 €
h	Operario Túnez	188	5,00 €	940,00 €
h	Ingeniero Túnez	47	10,00 €	470,00 €
	Total capítulo 2			2.796,50 €
3	ANÁLISIS Y PROGRAMACIÓN METODOLOGÍA KANBAN			
h	Ingeniero en prácticas	60	5,00 €	300,00 €
h	Ingeniero Grado 1	18	12,00 €	216,00 €
h	Ingeniero Grado 2	18	15,00 €	270,00 €
h	Ingeniero Grado 3	14	20,00 €	280,00 €
	Total capítulo 3			1.066,00 €
4	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA KANBAN			
h	Ingeniero en prácticas	94	5,00 €	470,00 €
h	Ingeniero Grado 1	188	12,00 €	2.256,00 €
h	Ingeniero Grado 2	282	15,00 €	4.230,00 €
h	Ingeniero Grado 3	188	20,00 €	3.760,00 €
h	Operario Túnez	4230	5,00 €	21.150,00 €
h	Ingeniero Túnez	1128	10,00 €	11.280,00 €
uds	Tarjetas kanban	1500	0,20 €	300,00 €
uds	Software de gestión	1	5.487,65 €	5.487,65 €
uds	Redimensionamiento fábrica	1	12.324,00 €	12.324,00 €
	Total capítulo 4			61.257,65 €
5	AUTOMATIZACIÓN			
h	Ingeniero en prácticas	4	5,00 €	20,00 €
h	Ingeniero Grado 1	4	12,00 €	48,00 €
	Total capítulo 5			68,00 €
	TOTAL PRESUPUESTO			65.518,15 €