
TRABAJO FIN DE GRADO

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESTUDIO DE LA FAMILIA PALANCA DE CAMBIO COMO SERVICIO LOGÍSTICO DE WALKERPACK MPL, S.L. EN FORD ESPAÑA

AUTOR DEL PROYECTO:

RUIZ GARCÍA, MANUEL

TUTOR UPV:

MESEGUER CALAS, M.^a

DESAMPARADOS

TUTOR EMPRESA:

QUILIS BAYARRI, SALVADOR

TITULACIÓN:

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

FECHA:

Septiembre de 2018

DOCUMENTO MEMORIA

ÍNDICE DEL DOCUMENTO MEMORIA

1. OBJETO DEL PROYECTO	1
2. FACTORES A CONSIDERAR EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO	3
2.1 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS EN LA EMPRESA	3
2.2 DESCRIPCIÓN DE WALKERPACK MPL, S.L. COMO EMPRESA LOGÍSTICA	5
2.3 NORMATIVA VIGENTE	11
2.4 INFORMACIÓN TÉCNICA DE PROVEEDORES DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y AYUDA	12
2.5 EXPERTOS EN MATERIA LOGÍSTICA	14
3. ESTUDIO DE NECESIDADES	15
3.1 ESTUDIO DE NECESIDADES	15
3.2 NECESIDADES RELATIVAS A LA SEGURIDAD	25
3.3 NECESIDADES RELATIVAS A LOS TIEMPOS DE EJECUCIÓN EN EL SERVICIO LOGÍSTICO	26
3.4 NECESIDADES ECONÓMICAS	30
4. SOLUCIONES ALTERNATIVAS.....	34
4.1 PUESTO DE SECUENCIACIÓN Y PARÁMETROS ASOCIADOS	34
4.2 SISTEMAS DE AYUDA AL OPERARIO Y DE PREVENCIÓN DE ERRORES	47
5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN	58
6. JUSTIFICACIÓN DETALLADA DE LA SOLUCIÓN	61
6.1 OBTENCIÓN DE DATOS	61
6.2 RENTABILIDAD ECONÓMICA	64
6.3 SISTEMA DE AYUDA AL OPERARIO Y PREVENCIÓN DE ERRORES	68
6.4 REPORT	69
6.5 PUESTO DE SECUENCIACIÓN Y PARÁMETROS ASOCIADOS	34
6.5 TIEMPOS DE EJECUCIÓN: FLOTA DE CARROS DE SECUENCIACIÓN Y NÚMERO DE OPERARIOS	70
6.6 DISTRIBUCIÓN DE LAS REFERENCIAS	74
6.7 PROGRAMACIÓN DE LA RENOVACIÓN DEL PUESTO DE SECUENCIACIÓN	78
7. REFERENCIAS.....	80

1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto comienza abordando la temática que será tratada en los sucesivos apartados y que puede verse reflejada en su propio título, el cual aporta información de una manera genérica sobre el contenido de este: “ESTUDIO DE LA FAMILIA PALANCA DE CAMBIO COMO SERVICIO LOGÍSTICO DE WALKERPACK MPL, S.L. EN FORD ESPAÑA”.

Fijándose en el título, puede apreciarse que se trata de un proyecto realizado en una empresa privada. Esta empresa centra su actividad laboral en la parte de la logística dentro del sector automovilístico, concretamente trabaja dentro de la planta de montaje de Ford España. Esto ha permitido centrar el proyecto en el almacenaje, transporte y aprovisionamiento de un conjunto de piezas que están bajo la responsabilidad de esta empresa. Haciéndose referencia, además, al correcto mantenimiento de las instalaciones en las que se trabaja con dichas piezas.

Se puede decir que se trata de un proyecto basado en el estudio de las actividades logísticas que realiza la empresa, valorando posibles mejoras destinadas a optimizar los recursos disponibles y aumentar el rendimiento de la actividad laboral de Walkerpack MPL, S.L.

Para ello se deberá tener en cuenta parámetros característicos como: emplazamiento de las actividades de la empresa, transportes necesarios para suministrar a los clientes, tiempos de ejecución de las diversas tareas a realizar, organización del material y uso tanto de recursos disponibles como de sistemas de ayuda. Un correcto tratamiento de los datos anteriores permitirá definir el estado actual de los servicios logísticos que ofrece la empresa en su relación laboral con Ford España, en cuanto a la familia “PALANCA DE CAMBIO”, así como estudiar la optimización y posibles mejoras de dichos servicios.

Teniendo en cuenta todo lo explicado anteriormente, se puede decir que la finalidad del proyecto se basa en la mejora del proceso de aprovisionamiento logístico, por parte de Walkerpack MPL, S.L a Ford España, de las piezas incluidas en la familia “PALANCA DE CAMBIO”. Siendo necesario para ello estudiar la manera en que se almacenan dichas piezas en las diferentes instalaciones y el transporte necesario para ser suministradas a la línea de montaje, dentro de las instalaciones de Ford España. Además, también se pretende optimizar la infraestructura actual haciéndose uso de los recursos y sistemas de ayuda disponibles, para así poder adaptarse de una mejor manera a las exigencias y a la producción del principal cliente de la empresa, la planta de montaje de Ford en Almussafes.

Por último, se debe señalar que todas las actividades laborales de la empresa, que ha servido de base para la realización del presente, proyecto se han desarrollado entre los siguientes emplazamientos:

- Nave 2. Una de las naves industriales bajo responsabilidad (mediante contrato de arrendamiento) de la empresa Walkerpack MPL, S.L., la cual se encuentra en la calle Canal Crespo, nº 6. Ubicada dentro del parque industrial Juan Carlos I, en Almussafes (Valencia, España). Código postal: 46440.
- Edificio 66. Una de las naves que se encuentran dentro del complejo industrial de Ford España, en la que Walkerpack MPL, S.L. (entre otras empresas) desarrolla parte de su

actividad logística. Ubicada junto a la planta de montaje, dentro del recinto industrial de Ford, en Almussafes (Valencia, España).

- *Canopy*. Uno de los muelles de almacenaje y carga y descarga de material que se encuentran dentro del complejo industrial de Ford España, en el que Walkerpack MPL, S.L. (entre otras empresas) desarrolla parte de su actividad laboral. Ubicado al lado de la planta de montaje, dentro del recinto industrial de Ford, en Almussafes (Valencia, España).

2. FACTORES A CONSIDERAR EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS EN LA EMPRESA

Para poder entender el funcionamiento de Walkerpack MPL, S.L., que también puede nombrarse como Walkerpack o Walker's, será necesario utilizar algunos términos que dentro de la empresa adquieren un significado específico, el cual está relacionado con su significado genérico pero que contiene algunos matices a destacar.

Cabe mencionar que para poder explicar cada uno de los conceptos dentro del contexto de la empresa, me he servido de la experiencia que he acumulado durante mi estancia en prácticas dentro de Walkerpack.

A continuación, se exponen las definiciones de las palabras claves que se usarán en los apartados siguientes:

- **Secuenciar:** proceso mediante el cual, a una pieza (que se encuentra bajo custodia y almacenaje de Walkerpack) se le asigna un número que se corresponde con el vehículo en el que se monta. En la práctica, esto se traduce a que el operario recibe la secuencia, con sus pertinentes datos identificativos, y se encarga de preparar la pieza que le corresponde para que pueda ser suministrada a la línea de montaje.
- **Carro de secuenciación:** estructura destinada al transporte de piezas secuenciadas de una misma familia, desde el puesto de secuenciación hasta el punto de la línea de montaje de Ford en el que se montan dichas piezas en los correspondientes vehículos. La infraestructura, el diseño, los materiales de fabricación y el número de casilleros de los que dispone cada carro varía en función de: los tiempos de ejecución (tanto en el punto de la línea de montaje, como en el puesto de secuenciación y el transporte del carro), los consumos de las piezas transportadas y el diseño del puesto de montaje, dentro de la línea de Ford, en el que se suministran dichas piezas. Es decir, la confección del carro se adapta a las características de la familia que transporta.
- **Secuencia:** número (comprendido entre el 1 y el 3999) que permite identificar y relacionar un vehículo con todas las piezas que monta. Cabe decir que a cada vehículo se le asignan tres secuencias distintas durante su trayecto por la línea de montaje (“CHASIS”, “CHASIS GENERAL” y “TRIM”), y cada una de ellas corresponde a un tramo o fase de dicha línea de montaje. Ford es el encargado de asignar las secuencias a los coches que va a fabricar, y Walkerpack las utiliza para poder entregar las piezas que le corresponden en el momento justo.
- **Referencia (o *part number*):** combinación de un número variable de caracteres alfanuméricos, que sirven para identificar (de manera única) a cada tipo de pieza. Cada referencia se compone de tres partes: prefijo (indica el modelo de coche en el que se monta), básico (es la parte elemental, identifica la pieza de manera genérica) y sufijo (aporta datos y características específicas sobre la pieza). Las referencias contienen la información principal de la pieza y son comunes entre Ford España y Walkerpack.

- Familia: agrupación de referencias que se secuencian en el mismo puesto de secuenciación y que, por tanto, se suministran en el mismo punto de la línea de montaje de Ford.
- *Takt time*: tiempo de ejecución o tiempo que tarda en hacerse una determinada tarea. Es un factor muy a tener en cuenta, ya que en Walkerpack y Ford España se trabaja mediante el método de producción en cadena [7].
- Punto de uso en línea (o *POF*): lugar de la línea de montaje, dentro de las instalaciones de Ford España, en la que se sirven las piezas secuenciadas para que puedan ser montadas en los vehículos que le corresponden.
- *Poka-yoke*: sistemas de ayuda destinados a evitar posibles errores en las labores de producción. Walkerpack los utiliza tanto a nivel interno de la empresa, para prevenir posibles errores técnico o humanos; como a nivel externo, en los carros de secuenciación y puntos de uso en línea para evitar posibles confusiones con los operarios de Ford.
- *Stock*: existencias de material disponible para poder suministrarse a la línea de montaje. Incluye todas aquellas piezas que, estando aptas para producción, han sido recibidas por Walkerpack y aún no han sido secuenciadas.
- *Picking*: posición o lugar en el que se coloca el embalaje del que se cogen las piezas durante el proceso de secuenciación. Es decir, durante el proceso de secuenciación, el operario extrae la pieza requerida del embalaje que está en el *picking* y la introduce en el carro de secuenciación. Cabe decir, que el sistema informático interno de la empresa descuenta las piezas secuenciadas del embalaje que está en esta posición.
- Excesos: posición o lugar, generalmente en estantería, en el que se coloca un embalaje que actúa como reserva del embalaje que está en *picking*. De manera que el embalaje de excesos sustituye al embalaje de *picking* cuando este ha sido gastado. Ambas posiciones se encuentran próximas para poder efectuar el cambio de una manera rápida, sin generar pérdidas de tiempo ni demoras en la producción.
- Posición de almacén: lugar, dentro de alguna de las naves de Walkerpack, en el que se deposita un embalaje para ser almacenado. El bulto se da de alta en el sistema para dejar constancia de que se ha recibido, y se le da una posición genérica respetando la distribución y organización de la nave en la que se encuentra.
- Reposicionar: mover un embalaje desde una posición de excesos a la posición de *picking* que le corresponde. Este cambio de lugar queda reflejado en el sistema informático de Walkerpack.
- Reubicar: mover un embalaje desde la posición de almacén en la que se encuentre hasta una posición de excesos. Este cambio de puesto queda reflejado en el sistema informático interno de la empresa.

- *Report*: documento en el que figuran todas las piezas que se secuencian en un determinado carro de secuenciación. Cabe destacar que el *report* se va generando a medida que se asigna a cada secuencia la referencia que le corresponden, por tanto, el proceso de secuenciación se inicia cuando dicho *report* ya ha sido generado. De manera que, cada pieza queda identificada en el *report* por medio de la secuencia que le ha sido asignada y una pequeña descripción y/o parte de su referencia.
- *Pick to light*: sistema de ayuda visual destinado a aumentar la productividad y disminuir la probabilidad de error al realizar una determinada labor. En Walkerpack estos sistemas se utilizan para facilitar al operario la tarea de secuenciación y, al mismo tiempo, permiten registrar la salida de cada pieza que se secuencia para ser suministrada a la línea de montaje.
- *Back up*: término utilizado para cualquier elemento que actúa como la reserva de otro, de manera que podría sustituirlo cumpliendo las mismas funciones. La sustitución de uno por otro se produce cuando el elemento que está en uso sufre algún incidente o ha de ser modificado, evitando así que la retirada de este elemento afecte a la producción. Un ejemplo muy claro dentro de Walker's son los carros de secuenciación de back up, que se encuentran almacenados hasta que sean requeridos.
- Etiqueta identificativa (u *odette*): documento que permite identificar cada embalaje y nos aporta información sobre el contenido del mismo. En la tarjeta, como información más relevante, se puede observar: la referencia de las piezas que contiene, la cantidad de piezas y el número de serie del bulto (necesario para su seguimiento). En Walkerpack, esta tarjeta se utiliza para poder registrar y controlar el bulto en el software interno del sistema. Por tanto, es imprescindible que cada embalaje lleve su propia *odette* y que esta no se reutilice para otros embalajes.

2.2 DESCRIPCIÓN DE WALKERPACK MPL, S.L. COMO EMPRESA LOGÍSTICA

La empresa que ha aportado la experiencia laboral y recursos necesarios para poder desarrollar las diferentes ideas desarrolladas a lo largo del presente documento, y que ha servido de base para la realización de este proyecto, se conoce con el nombre oficial de “Walkerpack MPL, S.L.”; aunque en adelante, como ya se ha indicado, también será posible referirse a ella como Walkerpack o Walker's.

Se trata de una empresa de servicios logísticos que trabaja para la planta de montaje de Ford en Almussafes. Aunque entre sus clientes también destacan grandes compañías del sector automovilístico como Faurecia, Lear o Brugola.

La empresa se creó en 2005, siendo una entidad en propiedad de una compañía británica y con una plantilla de aproximadamente 50 empleados. En ese momento, la producción se centraba en suministrar la tornillería, cuyo proveedor Brugola ya ha sido mencionado anteriormente, a la planta de montaje de Ford. Es en 2014, cuando algunos de los miembros que formaban parte de la junta directiva en ese momento deciden hacerse cargo de la empresa y Walker's se

convierte en una empresa nacional de manera oficial [1]. Es decir, Walkerpack pasa a ser reconocida y a actuar dentro del servicio logístico como una entidad valenciana.

El cambio de propietarios llevó consigo un aumento notable de la producción, ya que comenzaron a secuenciarse una mayor cantidad de piezas. Lo que produjo un aumento en el número de empleados y en la facturación de la empresa [2]. En la actualidad, Walkerpack ha aumentado su producción hasta llegar a secuenciar en torno a 3500 referencias de piezas. Para ello, cuenta con una plantilla que ronda los 500 empleados.

La empresa Walker´s trabaja en la parte logística dentro del sector automovilístico, y para adaptarse y poder desarrollarse dentro de este entorno laboral ha establecido una filosofía basada en: mejora continua, *lean manufacturing* y cultura corporativa [3].

La mejora continua se basa en cuestionarse en todo momento por la efectividad de los procesos que se están realizando y, sobre todo, por su eficiencia. La experiencia acumulada, gracias a las labores y tareas realizadas dentro de la empresa, han permitido observar y analizar cómo se plasma esta idea en la realidad laboral de Walkerpack. En todo momento, se intenta mejorar los procesos que se están realizando para conseguir solventar problemas que hayan surgido o bien, para adaptarse a las nuevas exigencias y adelantarse así a posibles fallos que pudiesen surgir. Esta labor recae fundamentalmente en el grupo de ingeniería que se encarga de estudiar todos los procesos y aplicar todos los sistemas que sean necesarios, teniendo en cuenta tanto el factor técnico como el humano. Es decir, una vez se saben las características de las piezas que se deben almacenar y secuenciar (peso, tipo de embalaje, tamaño...) y la producción (frecuencia, consumo...), hay que adaptar la infraestructura existente para cumplir con las exigencias. Esta adaptación puede consistir en la elaboración de nuevos espacios o en la modificación de los ya existentes. Pero todo esto se realiza teniendo en cuenta las limitaciones humanas. Es por ello, que parte de esa búsqueda de la mejora permanente también se centra en la parte de ayuda al operario. Dicha ayuda se traduce en sistemas ideados para reducir al mínimo la probabilidad de fallo debido a error humano, facilitando así la tarea del operario. Walkerpack es una empresa que tiene una manera de trabajar que se basa en la producción en cadena, es por ello por lo que la búsqueda de la implementación de las tareas a realizar tiene tanta importancia. Un fallo en cualquier parte del proceso no tiene consecuencias aisladas, sino que perjudica a todo lo que se produce de manera posterior. Es por todo esto por lo que para Walkerpack es imprescindible buscar mejoras que le permitan, no únicamente cumplir con las exigencias de sus clientes, sino también hacerlo con el máximo rendimiento posible.

La idea de *lean manufacturing* se basa en el concepto de *lean* [4], la aplicación de estas técnicas de planificación de la producción y gestión de los recursos es lo que ha propiciado el gran desarrollo y crecimiento que Walkerpack experimentó a partir de 2014. En la actualidad, dentro de esa filosofía de *lean manufacturing*, Walkerpack ha conseguido adaptarse y funcionar siguiendo la metodología *just in sequence*. Dicha metodología es una optimización del *just in time* [5], esta modificación permite adaptar la producción de la empresa a las exigencias de los clientes.

Según esta forma de trabajo, conocida como *just in sequence*, Walkerpack se rige por las secuencias que le llegan desde su gran cliente, la planta de montaje de Ford en Almussafes.

Dicha forma de trabajo consiste en lo siguiente:

- Primero Ford envía a Walkerpack las secuencias con sus correspondientes referencias. Cada secuencia corresponde a un vehículo que pasa por la línea de montaje, por tanto, a cada secuencia se le asignan diversas referencias según el número y tipo de piezas que monte dicho vehículo.
- Posteriormente, Walkerpack procesa la información y secuencia el material requerido. El material se secuencia en carros preparados para el transporte de las piezas, de manera que cada uno de los carros contiene diversas secuencias. Para saber ese número de secuencias que pueden transportarse, debe de tenerse en cuenta el *takt time* (o tiempo de ejecución) en la línea de montaje de Ford y compararlo con el tiempo que tardan los operarios de Walker's en secuenciar un carro y transportarlo hasta el punto de uso.
- Por último, hacer que ese material llegue a la cadena de montaje justo en el momento que lo requiere. Esto quiere decir que, cuando el vehículo (con una secuencia determinada) llegue a un punto de uso dentro de la línea de montaje de Ford, el material correspondiente a dicha secuencia debe estar disponible en ese *POF*.

Trabajar de esta manera requiere de una gran organización y planificación, pero resulta muy beneficioso debido a que se satisfacen las exigencias de producción teniendo un stock disponible mínimo y trabajando únicamente con los recursos materiales que son necesarios. Esto se traduce en una optimización de los procesos, y, por lo tanto, en una reducción en costes económicos. Aprender a adaptarse a las exigencias del cliente, han permitido a Walkerpack aumentar notablemente sus beneficios económicos y mejorar sus servicios logísticos.

En cuanto a la cultura corporativa, Walkerpack promueve de una manera especial la formación de sus empleados para conseguir una polivalencia dentro de la plantilla. Dentro de la empresa se plasma de una manera diferenciada esa formación según el tipo de puesto que vaya a desarrollar la persona:

- En el caso de operarios, se les forma para que sean capaces de desarrollar de manera individual y óptima varios de los diferentes puestos que integran la empresa. Puede ser que se les forme como secuenciadores, carretilleros, remolcadores, infantiles, encargados o como conductores de furgoneta o camión. Esta polivalencia ayuda, por una parte, a evitar que una persona esté destinada a realizar una tarea de manera repetida (un proceso repetitivo promueve el desinterés y el exceso de confianza, con lo cual aumenta la probabilidad de fallo) y, por otra parte, a poder ayudar a un compañero con su labor en el caso de ocurrir algún incidente.
- En el caso de personal de ingeniería, tienen una formación que consiste en tener el conocimiento y control suficiente de todos y cada uno de los puestos que existen en la empresa. Es decir, no se requiere la agilidad o la rapidez que tiene el operario que se encarga de esa labor, sino ser consciente de como se realiza y entender perfectamente el proceso. La finalidad de este tipo de formación es que el ingeniero sea capaz de supervisar cualquiera de las labores que se realizan en la empresa, resolver los posibles problemas que puedan surgir y buscar cualquier posibilidad de mejora.

Aunque entre ambos casos existe diferencias en la formación y en las labores a desarrollar, ambos puestos consiguen mejorar gracias a la ayuda y al flujo de información que existe entre ellos. Es decir, cualquier trabajador de Walkerpack consigue desarrollarse y avanzar dentro de la empresa gracias a la cultura corporativa existente en la plantilla, junto con la experiencia laboral que vaya adquiriendo dicho trabajador.

Una vez se ha comentado la manera de trabajar que tiene la empresa y en que se fundamenta el gran desarrollo experimentado, es posible proceder con la exposición de los diferentes servicios que ofrece Walkerpack. Dentro de los servicios logísticos que brinda la empresa pueden destacarse: almacenaje y custodia de material, revisión de material defectuoso, distribución con transporte propio, trasvase de piezas, control de stock y embalaje de piezas [3].

Centrándose primero en el servicio de almacenaje y custodia de material, debería destacarse que Walkerpack es definido como un *bailee* de Ford España. Esto significa que Walkerpack se encarga de la guarda y custodia de material (propiedad de alguno de sus clientes), así como de su entrega en tiempo y forma. Puesto que la parte de entrega en tiempo y forma ya ha sido explicada anteriormente, ahora se procederá a explicar cómo se encargan del almacenaje de material.

Todo el material que llega, en los embalajes que el proveedor decide utilizar, lleva consigo una etiqueta identificativa (también conocida como *odette*). Gracias a esa etiqueta, se podrá identificar y dar de alta el material cuando llega, quedando constancia así en el software interno de que el material se encuentra en las instalaciones de Walkerpack. Posteriormente el material es ubicado en el lugar que le corresponde y, además, una vez se coloca también se registra electrónicamente la posición en la que se encuentra dentro del almacén. Finalmente, cuando el material ha de servirse, nuevamente se vuelve a utilizar la etiqueta identificadora para dejar constancia que ese material ha salido de los almacenes de la empresa. Es decir, en Walker's se tiene constancia en todo momento de la trazabilidad de cualquiera de los bultos que están bajo su responsabilidad.

En cuanto a la revisión y chequeo de material defectuoso, se debería de tener en cuenta que el volumen de producción es muy elevado y, por lo tanto, se almacena y transporta un volumen muy elevado de piezas y bultos. Pero como se ha comentado anteriormente, debido a esa filosofía de trabajo de *just in sequence*, los *stocks* disponibles son los mínimos necesarios para cubrir la producción. Esto implica que, ante cualquier incidente, la respuesta que ha de ofrecer Walkerpack ha de ser rápida y efectiva. Es por ello por lo que cuenta con un servicio de revisión del material.

Hay ocasiones en las que el material corre el riesgo de estar dañado debido a: embalajes deteriorados por un mal transporte de una empresa externa, por un fallo en la fabricación o en el diseño de las piezas, por una modificación de alguno de los componentes o características de la pieza, por aviso del propio fabricante o por incidente a nivel interno de la empresa. En estos casos en los que el material puede dejar de ser apto para la producción, Walkerpack se encarga de inspeccionar para determinar en qué estado se encuentra. Incluso cuando el posible defecto y las características de la pieza lo permiten, se puede recuperar el material mediante operaciones sencillas que no modifican las características básicas de la pieza ni su funcionalidad. Cabe decir, que además de chequear el material, Walkerpack se encarga de informar en todo momento a fabricantes y clientes del estado de la revisión, indicando

cantidades de piezas (revisadas y por revisar) y el estado de estas. Estos avisos se realizan para que, tanto clientes como proveedores, sean conscientes del *stock* que realmente está disponible y apto para secuenciarse.

Cuando se habla acerca de la distribución del material con transporte propio como servicio ofrecido por Walkerpack, debe de tenerse en cuenta en todo momento el concepto de entrega en tiempo y forma, así como la metodología *just in sequence*. Walkerpack, una vez ha recibido el material, se encarga de secuenciarlo y entregarlo directamente a la línea de montaje de Ford España. Es decir, debe encargarse de que la pieza esté disponible en el punto de uso de la línea justo en el momento en el que se necesita.

Para conseguir este objetivo, Walker's cuenta con un sistema interno ajustado a las exigencias de producción de su cliente Ford, mediante el cual indica a sus operarios que referencias han de secuenciar y cuando han de hacerlo (para ajustarse a los tiempos de ejecución por los que se rigen en la línea de montaje). Posteriormente, el material secuenciado se lleva desde el puesto de secuenciación hasta el punto de uso dentro de Ford por medio de una flota de transporte propia de la empresa Walkerpack. Cabe señalar, que no todas las familias de piezas se secuencian de la misma manera ni tienen las mismas condiciones de uso, por tanto, no pueden tratarse de la misma manera. Aunque en todas ellas se cumple lo descrito anteriormente, es Walkerpack quien se encarga de gestionarlas y transportarlas desde que llegan del proveedor o fabricante hasta que son servidas a la línea de montaje de Ford España.

En lo que se refiere al trasvase de piezas, consiste en cambiar el embalaje original en el que vienen las piezas, cuando vienen de proveedor, a un embalaje de mejores prestaciones que favorecen la integridad de las piezas y permiten, además, la optimización del espacio disponible en nave. Por medio de la observación, y apoyándose en la experiencia adquirida dentro de la propia empresa, ha sido posible deducir que los trasvases se realizan fundamentalmente por dos motivos:

- Cuando el embalaje ha sido deteriorado, debido a que el proveedor no ha respetado las normas de transporte y ha sufrido algún daño durante el trayecto. En estos casos, y de manera posterior a la correspondiente queja para evitar que la problemática se repita, el material se cambia de embalaje para evitar posibles desprendimientos de piezas que pongan en peligro la integridad de las piezas y la seguridad de los operarios.
- Para poder optimizar espacios dentro del almacén. Debe de tenerse en cuenta que las piezas pueden venir empaquetadas en diferentes tipos de embalajes, los cuales pueden estar fabricados esencialmente por dos materiales: cartón o plástico. La altura a la que se pueden apilar los embalajes no es la misma en ambos casos, siendo inferior en el caso del cartón para poder asegurar la estabilidad. Por tanto, el trasvase a un embalaje de plástico permite un apilamiento de bultos a mayor altura, traduciéndose esto a un ahorro de espacio.

Señalar (recalcando la importancia que tiene este proceso) que en cualquier trasvase, además de realizar el movimiento de piezas respetando la manera en que se colocan las mismas dentro del embalaje, debe también trasladarse la *odette* para poder identificar el nuevo embalaje de la manera correcta. De esta manera, Walkerpack se asegura de que cualquier bulto que está bajo su responsabilidad está localizado y en condiciones óptimas para el transporte de piezas en su interior.

Otro de los servicios que ofrece Walkerpac a sus clientes es el control de stocks. Dicho servicio consiste, por una parte, en supervisar que haya una correspondencia entre el stock físico que hay en el almacén y el stock que debería haber según el sistema informático (tanto el propio de la empresa como el de Ford) y, por otra parte, en cerciorarse de que el material servido es el que corresponde cronológicamente. Para poder conseguirlo, en Walkerpac se realizan diversas labores que se pueden agrupar de la siguiente manera:

- **Conteo de material.** Esta es la manera en la que se consigue comprobar que realmente se tiene en el almacén todo el material que hay reflejado en el sistema informático. Los conteos de material se producen de manera periódica con la finalidad de ajustar cantidades, y de esta manera, poder identificar posibles pérdidas o falta de material. Además, de manera diaria, se comprueba que existe el mínimo de piezas necesarias de cada referencia. Para obtener ese mínimo se tendrá en cuenta una estimación del consumo que tiene esa referencia y, además, el número de piezas que contiene el embalaje.
- **Gestión del stock mediante la aplicación del FIFO [6] en el almacenaje.** Una de las exigencias de Ford España como cliente es que se respeten las fechas de cada embalaje (que aparecen reflejadas en los albaranes de entrada, así como en la propia *odette* de cada uno de los embalajes), de manera que siempre se suministre el embalaje que más tiempo lleva en el almacén (es decir, el que antes llegó del proveedor). Esto tiene una doble importancia, por un lado, evitar que haya bultos que queden extraviados por el almacén pudiendo llegar a estar obsoletos y, por otra parte, conseguir que se gasten todos los embalajes antiguos antes de usar los nuevos cuando haya un cambio de nivel en la pieza. Es decir, Walkerpac se encarga de organizar todo el material que ha de suministrar a sus clientes, para que a estos siempre les llegue lo que necesiten y cuando lo necesiten.

Lo que se ha podido observar durante la estancia en la empresa, es que todo este sistema resulta muy necesario para poder atender las necesidades de los clientes de la empresa. Realizando ambas tareas, Walkerpac se asegura de que siempre se suministre material a la línea de montaje de Ford de la manera adecuada.

El último de los servicios logísticos a destacar que ofrece Walkerpac, es el embalaje de piezas en carros de secuenciación. Una vez las piezas son secuenciadas, han de suministrarse a la cadena de montaje dentro del complejo de Ford respetando siempre los tiempos de ejecución. Para ello, Walkerpac hace uso de los ya mencionados carros de secuenciación. De esta manera consigue enviar todas las piezas de una manera segura, ya que la infraestructura de estos carros permite la protección de las piezas en todo momento. Cabe señalar que, el transporte de estos carros desde el punto de secuenciación hasta el punto de uso dentro de Ford también es una responsabilidad que recae sobre Walkerpac. La flota de carros destinados a cada familia varía en función del consumo de las referencias incluidas en dicha familia, el número de piezas que es capaz de transportar cada carro de secuenciación, el tiempo invertido en el transporte y el *takt time* (o tiempo de ejecución) tanto en el punto de secuenciación como en el punto de uso.

2.3 NORMATIVA VIGENTE

En lo que se refiere a la normativa que afecta al presente proyecto, debe de tenerse en cuenta que todas las labores y tareas que se proponen se realizarían bajo la responsabilidad de la empresa y con el consentimiento de los cargos directivos pertinentes. Por tanto, este proyecto y la actividad laboral de Walkerpack, como empresa del sector logístico, se rigen por la misma normativa vigente.

Dicha normativa se compone de la siguiente manera:

- Norma UNE-EN ISO 9001/2015, de 23 de septiembre, por la que se aprueba los sistemas de gestión de la calidad y sus requisitos; y que sustituye a la Norma UNE-EN ISO 9001/2008/AC:2009, de 9 de septiembre, la cual modifica a la Norma UNE-EN ISO 9001/2008, de 17 de noviembre. Aprobada por la Asociación Española de Normalización y Certificación, resuelta por la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa en 5-octubre-2015, y publicada en el Boletín Oficial del Estado el 22-octubre-2015.

Esta norma está en cumplimiento con lo dispuesto en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial. Aprobado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y publicado en el Boletín Oficial del Estado del 6-febrero-1996. Este Real Decreto ha sido modificado posteriormente en diversas ocasiones (por Real Decreto 411/1997, de 21 de marzo; por Real Decreto 338/2010, de 19 de marzo; por Real Decreto 1715/2010, de 17 de diciembre; por Real Decreto 239/2013, de 5 de abril), siendo la última modificación vigente la del Real Decreto 1072/2015, de 27 de noviembre (publicado en el Boletín Oficial del Estado del 14-diciembre-2015).

- Norma UNE-EN ISO 14001/2015, de 15 de septiembre, por la que se aprueba los sistemas de gestión ambiental y sus requisitos; y que sustituye a la Norma UNE-EN ISO 14001/2004/AC:2009, de 9 de septiembre, la cual modifica a la Norma UNE-EN ISO 14001/2004, de 15 de noviembre. Aprobada por la Asociación Española de Normalización y Certificación, resuelta por la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa en 5-octubre-2015, y publicada en el Boletín Oficial del Estado el 22-octubre-2015.

Esta norma, como sucede con la norma descrita en el punto anterior, está en cumplimiento con lo dispuesto en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial. Aprobado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y publicado en el Boletín Oficial del Estado del 6-febrero-1996. Este Real Decreto ha sido modificado posteriormente en diversas ocasiones (por Real Decreto 411/1997, de 21 de marzo; por Real Decreto 338/2010, de 19 de marzo; por Real Decreto 1715/2010, de 17 de diciembre; por Real Decreto 239/2013, de 5 de abril), siendo la última modificación vigente la del Real Decreto 1072/2015, de 27 de noviembre (publicado en el Boletín Oficial del Estado del 14-diciembre-2015).

- Estándar OHSAS 18001/2007, por el que se aprueban los sistemas en gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo; y que sustituye al estándar OHSAS 18001/1999.

Aprobada por el *British Standards Institution* y publicada por OHSAS Project Group en 2007.

Cabe destacar que la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, en resolución del 1-marzo-2016 y a través de la publicación del Boletín Oficial del Estado del 7-marzo-2016, informa de la existencia de una norma (con código PNE-ISO/DIS 45001) que está pendiente de ser aprobada por las instituciones europeas e internacionales. Cuando dicha norma (ISO 45001) entré en vigor, sustituirá al Estándar OHSAS 18001/2007; quedando este último anulado en un periodo de 3 años (periodo de transición para las empresas). Esta norma, una vez entre en vigor, deberá estar en cumplimiento con lo dispuesto en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial. Aprobado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y publicado en el Boletín Oficial del Estado del 6-febrero-1996. Este Real Decreto ha sido modificado posteriormente en diversas ocasiones (por Real Decreto 411/1997, de 21 de marzo; por Real Decreto 338/2010, de 19 de marzo; por Real Decreto 1715/2010, de 17 de diciembre; por Real Decreto 239/2013, de 5 de abril), siendo la última modificación vigente la del Real Decreto 1072/2015, de 27 de noviembre (publicado en el Boletín Oficial del Estado del 14-diciembre-2015).

En referencia al párrafo anterior se debe declarar: Norma ISO 45001/2018, de enero, por la que se aprueba los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo y sus requisitos, que sustituye al estándar OHSAS 18001/2007. Aprobada mediante el FDI [8] por el comité internacional ISO/PC 283 y publicado por la Asociación Española de Normalización y Certificación y por *International Organization for Standardization* el 12-03-2018.

Es decir, la norma ya ha sido aprobada a nivel internacional pero aún no se ha realizado la transposición nacional a norma UNE-EN.

En último lugar, se debe señalar que Walkerpack MPL, S.L. puede acreditar, mediante la certificación correspondiente, el cumplimiento de toda la normativa anteriormente expuesta.

2.4 INFORMACIÓN TÉCNICA DE PROVEEDORES DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y AYUDA

En este apartado se va a presentar las diferentes empresas que ofrecen productos y servicios que son necesarias para completar el objetivo del presente proyecto. Se trata de aquellos elementos de ayuda (*poka-yoke* y *pick to light*) destinados a facilitar la tarea al operario y reducir al mínimo la posibilidad de error; así como, elementos que verifiquen y garanticen la seguridad e integridad del operario en todo momento.

Todos estos elementos se instalarían en el puesto de secuenciación, con la finalidad de optimizar la infraestructura del mismo y aumentar el rendimiento de las tareas y labores que se realizan en dicho puesto.

Además de la instalación de los diferentes elementos indicados anteriormente, debe de tenerse en cuenta que también es necesario hacer uso de los servicios y labores de empresas que puedan modificar, reparar o actualizar toda la infraestructura física (que incluye partes como la estructura del puesto de secuenciación o el diseño y construcción de los carros de

secuenciación) que requiere el suministro logístico de piezas de la familia PALANCA DE CAMBIO a la cadena de montaje de Ford España.

Por último, se requerirá de los servicios de una empresa que pueda modificar e instalar todo el software y equipos informáticos necesarios. Señala que en Walkerpack se cuenta con un software interno desde el que es posible controlar los procesos realizados dentro de la empresa, por tanto es de especial interés mantenerlo en condiciones óptimas y adaptado a las necesidades y exigencias de la empresa.

Todas las empresas que cumplen con los requisitos que han sido expuestos anteriormente, aparecen en la Tabla 1. Incluyéndose, además, las características básicas que permiten identificar a dichas empresas.

Tabla 1. *Empresas proveedoras de material de seguridad y ayuda al operario.*

Nombre	Ubicación	Web Oficial	Descripción
ALEJANDRO COLOMER, S.L.	Valencia, España	www.alejandrocolomer.es	Empresa dedicada a la construcción, mantenimiento y reparación de estructuras metálicas.
SETON (filial del grupo Brady Identificación S.L.)	Barcelona, España	www.seton.es	Empresa dedicada a la seguridad laboral, señalización e identificación.
DEIN, S.A.U.	Madrid, España	www.deinsa.es	Empresa dedicada a la protección laboral, ofreciendo equipos de protección individual y asesoramiento técnico experto.
A.T. PROTECCIÓN, S.L.	Barcelona, España	www.atproteccion.com	Empresa dedicada a la comercialización de productos de protección individual y vestuario laboral, y asesoramiento mediante Técnico en Prevención de Riesgos Laborales.
PICK TO LIGHT SYSTEMS S.L.	San Sebastián, España	www.picktolightsystems.com	Empresa dedicada al soporte y la instalación de soluciones avanzadas en preparación de pedidos en almacén y en procesos de fabricación.
Banner Engineering Corporation	Estado de Minnesota, Estados Unidos	www.bannerengineering.com	Empresa dedicada a la automatización industrial, mediante el desarrollo de sensores inteligentes.
ET Systems Global Storage Solutions S.L.	Barcelona, España	www.etsystems.com	Empresa dedicada al equipamiento y aplicación de almacenajes y preparación de pedidos.
COINFER S.COOP.	Paterna, Valencia, España	www.icoinfer.com	Cooperativa dedicada al sector ferretero y que ofrece soporte a servicios logísticos avanzados.
DISOLTEC C.B.	Benetússer, Valencia, España	www.disoltec.es	Empresa dedicada al diseño de soluciones tecnológicas, que aportan un valor añadido a la actividad desempeñada por la empresa cliente.

La Tabla 1, expuesta anteriormente, recoge todos los proveedores a los que podría acudir para obtener los diferentes materiales necesarios para llevar a cabo la infraestructura presentada en el presente proyecto, así como las mejoras y modificaciones pertinentes sobre los recursos, estructuras y sistemas que integran Walkerpack. Será a partir de los productos y servicios ofrecidos por esos proveedores, y basándose en los precios comerciales que ofrecen, con lo que será posible elaborar el presupuesto del proyecto.

2.5 EXPERTOS EN MATERIA LOGÍSTICA

Para poder desarrollar de manera correcta todas las labores y tareas necesarias para la realización del presente proyecto, ha sido posible consultar a dos miembros que forman parte de la actual directiva de Walkerpack MPL, S.L., de hecho son quienes se encargan del departamento de ingeniería.

Ambos han resuelto cualquier duda que haya podido surgir, dentro del entorno de la empresa, durante la elaboración del presente trabajo.

A continuación, se presentan a ambas personalidades incluyendo el cargo que ocupan dentro de la empresa:

- Salvador Quilis. Director de producción, codirector del área de ingeniería y jefe del departamento de ingeniería de lanzamiento. También ha sido el tutor de la entidad colaboradora durante mi estancia en prácticas y cotutor del presente proyecto.
- Jesús Cerveró. Codirector del área de ingeniería y jefe del departamento de *stock control*.

3. ESTUDIO DE NECESIDADES

Para la correcta aplicación del proyecto que desarrollado mediante el presente documento, se debe de tener en cuenta una serie de aspectos que afectan de una manera u otra al objetivo que se pretende alcanzar.

Se trata de una serie de consideraciones, de distinta naturaleza, que condicionan y limitan las decisiones que deben tomarse para que el presente proyecto realmente suponga una mejora en la actividad laboral de Walkerpack. Es por ello por lo que resulta imprescindible describirlas, para así poder entender el contexto en el que se ha realizado o diseñado el proyecto.

A continuación, serán presentadas en diferentes apartados las diversas necesidades a considerar, clasificándolas en función del aspecto o actividad a la que afectan dentro de la empresa. A partir de estas limitaciones podrá decidirse cuál es la solución óptima para los intereses de Walker's.

3.1 NECESIDADES TÉCNICAS

En primer lugar, se va a comenzar explicando los condicionantes técnicos a los que el presente proyecto debe hacer frente para la correcta consecución de lo propuesto. Se trata de aquellos que afectan directamente al proceso de trabajo diario que debe ser realizado por diferentes operarios, para así conseguir el objetivo común de la empresa de suministrar piezas a Ford España respetando una filosofía *just in sequence*.

Por una parte, dentro de los condicionantes técnicos, se encuentran aquellos que afectan a la funcionalidad. Es decir, debe saberse cómo se está trabajando ahora y, en consecuencia, como se debería trabajar para conseguir optimizar el proceso.

Para poder explicar de una manera clara lo que se pretende conseguir con el presente proyecto, se desarrollará una comparativa entre la situación actual y la situación que se considera como objetivo. De esta manera será posible observar cómo afecta este condicionante técnico en cada caso, y así se podrá observar la mejora que se está planteando. Por ello, a continuación, mediante la Figura 1 y la Figura 2, se describirá el proceso de trabajo atendiendo aquellos puntos que tengan relevancia.

En la Figura 1, puede observarse cómo se está realizando actualmente el proceso de trabajo mediante el cual se suministran las piezas de la familia "PALANCA DE CAMBIO". En la actualidad dicho proceso se desarrolla entre diferentes puntos de trabajo alejados entre sí, utilizándose los medios de transporte necesarios para conectarlos entre sí. De manera que el puesto de secuenciación se ubica en Nave 2, mientras que el *Canopy* y el *POF* se encuentran dentro del complejo industrial de Ford España.

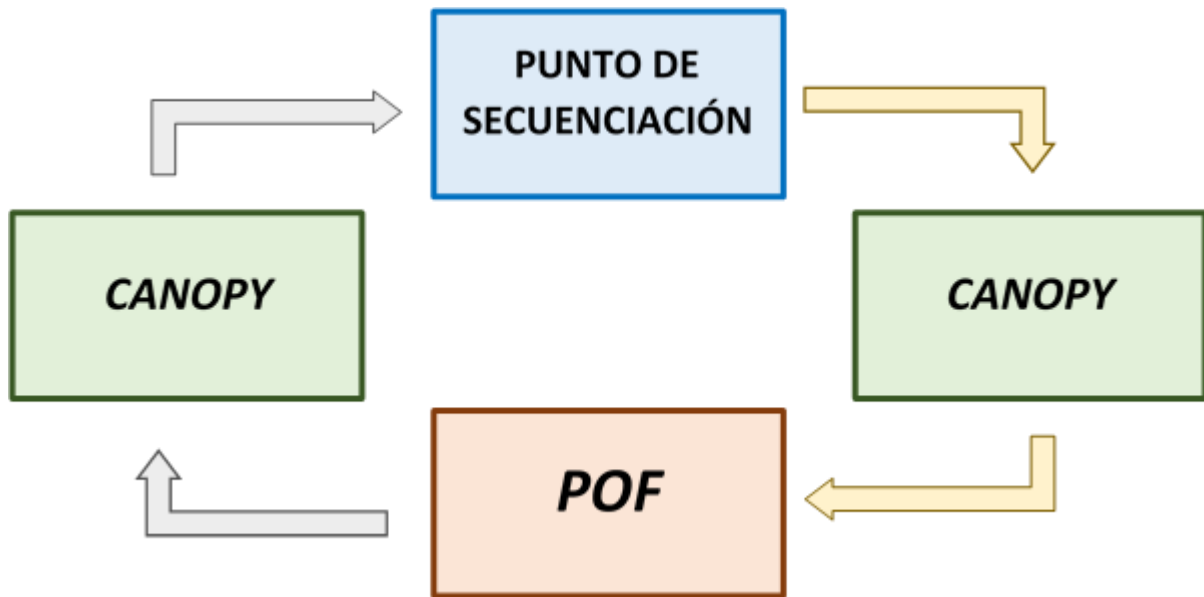


Figura 1. Situación actual del proceso de suministro de piezas secuenciadas.

Como puede observarse en la Figura 1, en el punto de secuenciación (una vez se ha generado el report en el software interno de la empresa) se preparan los carros de secuenciación, que contienen las piezas que posteriormente se montarán en los coches correspondientes. Este punto de secuenciación de la familia “PALANCA DE CAMBIO” se encuentra en Nave 2, por tanto, se deben de cargar los carros en furgonetas (propias de Walker’s) y transportarlos hasta la planta de montaje de Ford.

Una vez dentro de la planta, dichos carros se descargan en el *Canopy* (muelle de carga y descarga que está bajo la responsabilidad de Walkerpack) y se remolcan por dentro de las instalaciones de Ford España hasta el punto de uso (o *POF*) dentro de la línea de montaje.

En dicho punto de uso, se intercambia el carro de secuenciación lleno que ha llegado por el carro de secuenciación que había en el *POF* y está vacío (debido a que las piezas que contenían ya han sido ensambladas en sus respectivos vehículos, lo que quiere decir que el carro ya se ha consumido). Es decir, Walkerpack trabaja con varios carros de secuenciación para que siempre exista suministro de piezas a la cadena de montaje.

El carro de secuenciación vacío se lleva de nuevo al *Canopy*, donde de nuevo se carga en una de las furgonetas propiedad de Walkerpack y se transporta hasta Nave 2 (fuera de las instalaciones de Ford), donde será devuelto al punto de secuenciación para que el proceso comience de nuevo.

A continuación, se presenta la Figura 2 en la que se explica la situación que pretende alcanzarse y con la que se optimizaría el ciclo presentado en la Figura 1. En este caso, todo el ciclo logístico se ubica dentro de las instalaciones de Ford España. Lo que conlleva que los medios de transporte, así como el paso por *Canopy*, no sean necesarios para el correcto abastecimiento logístico de la familia PALANCA DE CAMBIO.

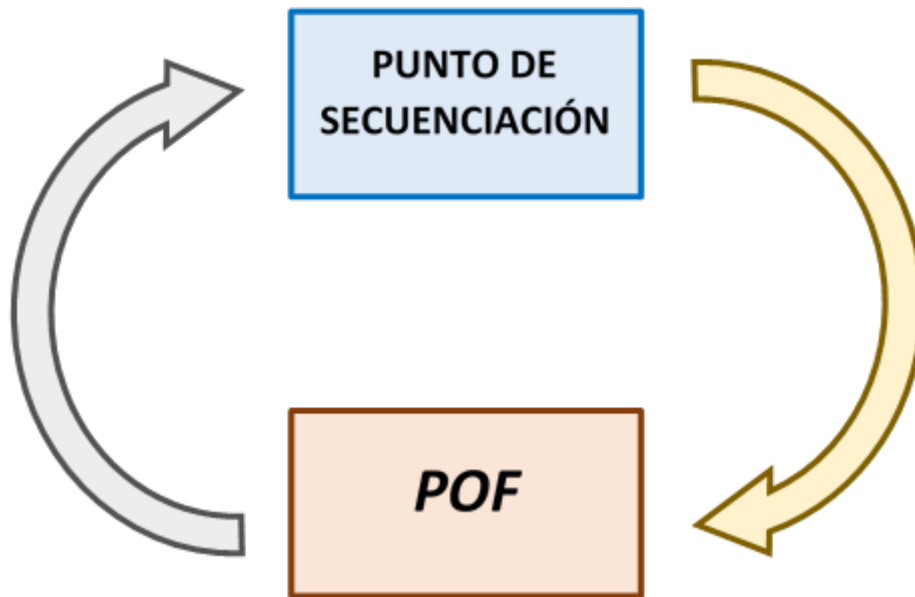


Figura 2. Situación propuesta para optimizar el suministro a la cadena de montaje de Ford.

Fijándose ahora en la Figura 2, se puede deducir que el principio de funcionamiento en el caso que pretende implantarse es el mismo que el que existe en la actualidad. Es decir, una vez a cada secuencia se le ha asignado una referencia determinada y se ha generado el *report* a nivel interno, los carros de secuenciación se llenan con las piezas que les corresponden en el punto de secuenciación y, una vez dichos carros están completos, se remolcan hasta el punto de uso donde se montan las piezas en los coches pertinentes.

En dicho *POF* se realizaría el intercambio de carros de secuenciación, y el carro de secuenciación vacío se devolvería al punto de secuenciación para que el ciclo de trabajo vuelva a comenzar.

La diferencia, en la cual radica la mejora que se pretende alcanzar con el presente proyecto, se basa en que en este caso el punto de secuenciación se trasladaría a la nave conocida como Edificio 66. Dicha nave se encuentra dentro de las instalaciones de Ford España, concretamente está de manera contigua a la cadena de montaje donde se sirven las piezas secuenciadas, y es utilizada por diferentes empresas que ofrecen sus servicios logísticos a Ford.

De esta manera, se conseguiría un ahorro en el transporte de los carros de secuenciación entre la Nave 2 y la línea de montaje de Ford, lo que supone un ahorro económico y un aumento en los tiempos de ejecución disponibles para la secuenciación. Cabe decir, que la problemática que supondría el suministro de material al punto de secuenciación¹ y la salida de embalajes que se han consumido, se solventaría utilizando una metodología similar a la de otras familias que se secuencian en el Edificio 66. Dicha metodología consiste en bajar el material (de Nave 2 al Edificio 66) de la familia "PALANCA DE CAMBIO", junto con el material de otras familias, cuando se genere un aviso debido a que el embalaje de *picking* se ha consumido y, por tanto,

¹ Se refiere a embalajes de material que serán usados posteriormente en la secuenciación de piezas. Ese material, indistintamente de la familia de piezas a la que se haga referencia, llega a Nave 2 desde el proveedor y se almacena. Cuando hay espacio disponible, y es necesario por requisitos de consumo de pieza, se transporta al Edificio 66.

se ha generado un hueco en posición de excesos. Además, los embalajes gastados se incorporarían al sistema de devolución de vacíos que dispone la empresa, el cual se basa en almacenarlos hasta que Ford, por medio de empresas externas, los reclame para su posterior reutilización.

Por otra parte, dentro de estas limitaciones técnicas a las que se debe de hacer frente, se encuentra el espacio físico disponible en el que debe configurarse el puesto de secuenciación con toda la infraestructura que este conlleva. Debe de tenerse en cuenta que para secuenciar la familia “PALANCA DE CAMBIO” será necesario ubicaciones disponibles tanto a nivel de suelo (para los embalajes de *picking*), como en estantería (para los embalajes de excesos). Además, deberá tenerse en cuenta los espacios necesarios para colocar los carros de secuenciación, y reservar un lugar para el equipo informático usado por el secuenciador. Todos estos elementos requieren de un espacio que permita desarrollar las actividades laborales de una manera segura, eficaz y eficiente.

En este caso, a diferencia del anterior, no se va a establecer una comparativa entre la situación actual y la que pretende implantarse como mejora. Esto se debe a que aún no se ha estudiado las diferentes alternativas que se podrían plantear como posible solución. Por ello, lo que se va a hacer en este caso es explicar cómo está en la actualidad. De esta manera, será posible, por una parte, observar el espacio que requiere el puesto de secuenciación a partir del número de referencias que constituyen la familia de piezas estudiada y, por otra parte, darse cuenta de la necesidad de cambiar la manera en la que se está desarrollado el servicio logístico desde el punto de vista del puesto de secuenciación.

A continuación, se mostrarán unas imágenes (Figura 1, Figura 2 y Figura 3) sobre el punto de secuenciación actual, el cual se encuentra en la Nave 2 (arrendada por Walkerpack y por tanto, bajo su responsabilidad) como se ha comentado anteriormente. Así se pretende conseguir que exista una idea más clara acerca de las características del puesto de secuenciación que actualmente está activo.



Figura 3. Estantería A del puesto de secuenciación en Nave 2.



Figura 4. Estantería B del puesto de secuenciación en Nave 2.



Figura 4. Estantería C del puesto de secuenciación en Nave 2.

Como puede observarse en las figuras anteriores, el espacio que ocupa el puesto de secuenciación se divide en varias zonas. Cada una de esas zonas se corresponde con una estantería, la cual es utilizada para almacenar material (ya sea para su uso o para mantenerlo hasta que se requiera). Cada una de esas estanterías se dividen en vanos, que es el espacio existente entre dos columnas. Al mismo tiempo, cada vano tiene diferentes posiciones en función del número de bultos que se puede colocar en ese espacio. De manera genérica, podría decirse que cada vano se compone de tres posiciones, como puede observarse en la Figura 3 por ejemplo. Pero no es una norma, sino que varía en función de las características de la infraestructura y del lugar en el que se instalan. Además, dentro de esas posiciones se debe de distinguir entre las de excesos (embalajes almacenados) y las de *picking* (embalajes que se usan en la secuenciación). Nuevamente podría indicarse como caso genérico, y no como norma establecida, que las posiciones que se encuentran en altura serían las destinadas para excesos y las que están en el suelo son las que se usarían para el *picking*.

Por tanto, puede afirmarse que los puestos de secuenciación se componen de estanterías, las cuales se dividen en vanos y estos se componen de posiciones (excesos o *picking*). Esta es la manera en la que se organizan los puestos de secuenciación, y esta infraestructura básica será la que será empleada en el diseño del nuevo puesto de secuenciación.

Si se recuperan ahora las figuras que han sido expuestas, y usando como base la explicación anterior, es posible presentar mediante la Figura 5, una vista en planta (simplificada y hecha a modo esquemática para favorecer una correcta comprensión) del puesto de secuenciación en la que quedan reflejadas las posiciones de *picking*. De esta manera pueden saberse el número de referencias con el que se debe de trabajar en el caso de la familia PALANCA DE CAMBIO, así como el uso que se la da a cada posición que hay en la estantería.

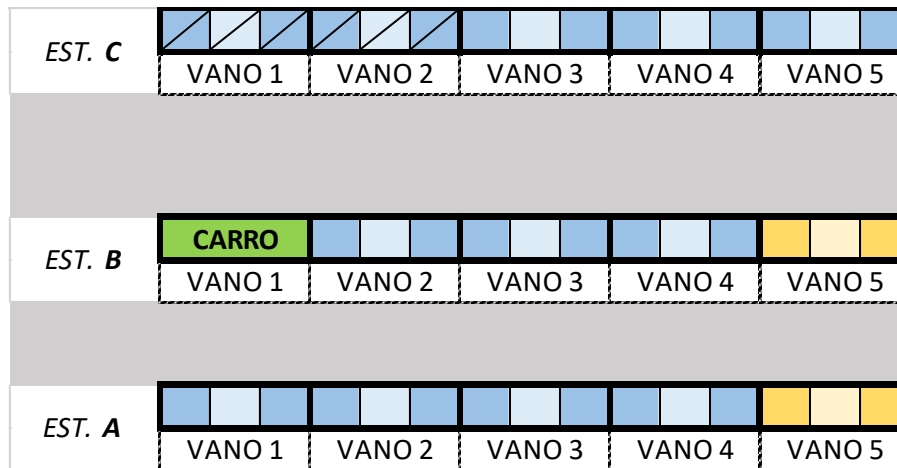


Figura 5. Vista en planta esquematizada del puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO en Nave 2.

Observándose la Figura 5, pueden apreciarse varias particularidades que existen en el puesto de secuenciación actual. Dichas particularidades serán analizadas a continuación:

- En las estanterías “A” y “B”, el vano 5 es un vano ficticio. Esto quiere decir que no existe una estructura física real (la estantería acaba con el vano 4), sino que es un espacio de almacén que se ha acomodado y reservado para usar como posiciones de *picking*. Se usa en casos en los que hay más referencias de piezas que posiciones disponibles. Cabe decir que en la Figura 5 aparecen todas las posiciones existentes, pero en la actualidad únicamente se usa la primera posición del vano 5 de la estantería “B”.
- En la estantería “B” se encuentra el hueco para el carro de secuenciación. Únicamente existe un hueco habilitado para el carro, lo cual puede provocar que se almacenen carros en el pasillo de la nave.
- En la estantería “C” se puede observar que hay unas ubicaciones que están ralladas. Esto ocurre cuando tanto la posición del suelo como la primera posición en altura (que está justo arriba, en la vertical) se utilizan para *picking* (de referencias diferentes). Se produce cuando las posiciones de suelo son insuficientes y hay que quitar posiciones de excesos para poder tener las posiciones de *picking* necesarias. Por tanto, lo que se provoca es que sube la demanda de tener reservas al mismo que tiempo que baja la capacidad de almacenar dichas reservas. Este caso se puede apreciar muy bien en la Figura 4; fijándose en la parte izquierda, los tres embalajes que hay en el suelo son de posiciones de *picking* y, además, los tres embalajes que hay encima en la estantería también son de *picking*.
- En ninguna de las tres estanterías hay espacio habilitado para la mesa del secuenciador, en la cual se encuentran los equipos informáticos necesarios para la correcta secuenciación. Esto se debe a que no hay espacio físico disponible, por tanto, se tiene que poner aparte.

Teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriores, es posible afirmar que en la actualidad existen 43 referencias (además de un soporte de protección de poliuretano sin referencia, conocido como *foam*) con las que debe trabajarse y tener en cuenta para el diseño del nuevo puesto de secuenciación que se pretende implantar. El nuevo puesto de secuenciación debe ser capaz de tener las posiciones de *picking* necesarias para poder secuenciar estas referencias de una manera optimizada, aumentando el rendimiento de la actividad laboral y mejorando la productividad de los servicios logísticos.

Basándose en todo lo explicado anteriormente, es posible ser conscientes de las consecuencias que tiene las limitaciones de espacio disponible del actual puesto de secuenciación y como repercuten sobre Walkerpack:

- Los vanos ficticios pueden ser una solución temporal pero no establecerse como una manera de secuenciar a largo plazo. La falta de una infraestructura que permita organizar y proteger al embalaje pone en riesgo a las piezas que hay en su interior.
- Tener únicamente un hueco para los carros de secuenciación de ambos sistemas puede provocar confusiones para el secuenciador, aumentando así la probabilidad de error. Además de que pueden acumularse en el pasillo de la nave aquellos carros que esperan que se rellenen con las piezas secuenciadas, lo que puede dificultar el paso tanto de operarios que vayan caminando como los que usan carretillas elevadoras. Debe destacarse también la ausencia de topes de seguridad en el suelo (como puede observarse en la Figura 4), lo que aumenta el riesgo de accidente por colisión con operarios o embalajes de piezas.
- Tener posiciones de *picking* en altura supone que el operario, que se encarga de la secuenciación, tenga que hacer uso de maquinaria para poder acceder a los embalajes y secuenciar las piezas que le están pidiendo. Esto causa demora en los tiempos de ejecución y un mayor riesgo para el correcto estado del embalaje, ya que podría sufrir golpes o caídas que afectasen a las piezas.
- El hecho de tener la mesa con los equipos informáticos separada supone dificultades a la hora de secuenciar, ya que la información de las referencias se encuentra alejada de donde se encuentran físicamente dichas referencias.

Todas estas situaciones desfavorables derivadas de las limitaciones de espacio disponible son las que deben de solucionarse con el diseño del nuevo puesto de secuenciación, logrando así mejorar los servicios logísticos que Walker's ofrece.

Si se sigue haciendo referencia a los condicionantes técnicos que deben de considerarse a la hora de diseñar un nuevo puesto de secuenciación, se debe de tener en cuenta aquella infraestructura destinada a reducir la probabilidad de error mediante el uso de sistemas de ayuda al operario. Se trata de elementos o prácticas laborales que se imponen para que el operario secuencie la pieza que corresponde y así, cuando el operario de Ford (que se encuentra en el punto de uso) requiera una pieza, no exista ningún problema para que monte la que corresponde con el vehículo pertinente.

En la actualidad, como sistema de *poka-yoke*, únicamente existe la lectura de código de barras. Es decir, cuando el operario va a secuenciar una pieza, primero lee un código de barras que se corresponde con la posición del carro de secuenciación en la que debe colocar la pieza (dicho código de barras se encuentra pegado a la propia celda del carro de secuenciación); y posteriormente, lee el código de barras de la referencia de la pieza que debe secuenciar (dicho código se encuentra pegado directamente a la pieza o bien, en la *odette* del embalaje en el que se encuentra la pieza). Este sistema está pensado para que el secuenciador introduzca la pieza que corresponde en la celda pertinente. Siendo dicho sistema el único que existe, ya que el puesto de secuenciación actual carece de *pick to light*, como se puede observar en la Figura 6 fijándose en las barras naranjas que actúan como vigas de la estructura.

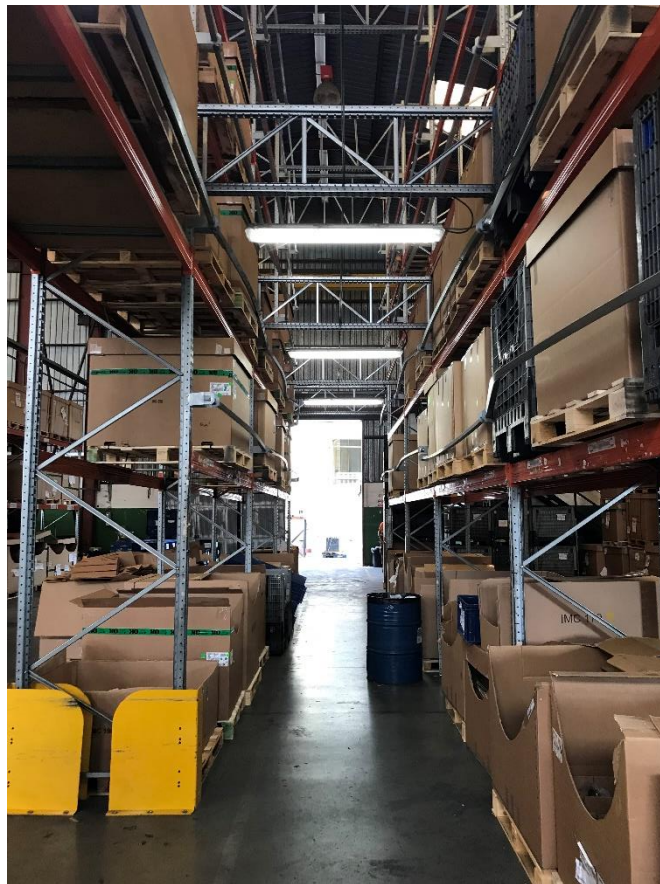


Figura 6. Puesto de secuenciación en Nave 2, en el que se puede observar la ausencia del sistema *pick to light*.

Este sistema destinado a evitar errores tiene la desventaja de que una vez que el operario lee el código de barras de la pieza, ya sea sobre la misma pieza o sobre el embalaje, no se sabe qué hace con ella. Lógicamente se debe de suponer que la introduce en la casilla que corresponde en el carro de secuenciación (eso sería lo apropiado), pero no es posible controlar que la coloque en una casilla diferente o que por descuido u olvido deje la pieza en cualquier otro lugar distinto al que le corresponde. Por ello, es necesario estudiar que sistemas *poka-yoke* y *pick to light* hay disponibles y como podrían adaptarse al nuevo puesto de secuenciación que pretende establecerse.

Estos sistemas de ayuda, destinados a reducir la probabilidad de error, pueden parecer que únicamente son complementarios y que su necesidad es reducida si se confía en que el operario realice sus tareas de manera apropiada. Pero si se tiene en cuenta la importancia de realizar correctamente este servicio logístico, para poder evitar errores en la cadena de montaje de Ford que supondrían sanciones económicas y de reputación para la empresa (y el hecho de que los operarios son personas que, como todos, pueden equivocarse y errar), es posible deducir la necesidad y la utilidad que tienen estos sistemas de ayuda y *poka-yoke* para poder asegurar el correcto funcionamiento del puesto de secuenciación. Y, en consecuencia, para un correcto aprovisionamiento logístico de la familia PALANCA DE CAMBIO.

Como última necesidad técnica a nivel interno de la empresa, debería ser mencionada la necesidad de actualizar el sistema informático una vez se produjese el cambio del puesto de secuenciación que se está diseñando. En el cual se reflejaría el cambio de emplazamiento al Edificio 66 y los cambios en las ubicaciones de excesos y *picking*.

Dicho cambio no supone una gran dificultad ya que el software interno usado, conocido con el nombre de “GAWALKER”, permite elegir el lugar en el que se lleva a cabo la secuenciación y hay establecida una manera estándar, tanto para nombrar las posiciones de *picking* como las de excesos, que se puede adaptar a nuestro proyecto.

La importancia de esta necesidad técnica radica en que actualizar el sistema permite controlar el stock que se tiene (teniendo en cuenta la entrada y salida material y la localización de este), así como registrar la actividad laboral. Por tanto, para lograr un óptimo funcionamiento del puesto de secuenciación dentro del contexto de la empresa, esta necesidad se debe tener en cuenta a la hora de implantarse el presente proyecto.

A continuación, Figura 7 y Figura 8, se muestra como queda reflejado en el software interno de la empresa las posiciones usadas para *picking* y excesos. Debe de tenerse en cuenta que es información del puesto de secuenciación que existe en la Nave 2.

Código P	Descripción Picking	Tipo Picking	Active	
24010200	01770909 20880302 27/08/2018 E16R7C1530FC	FLD2200	21 47 N2 03 00 5000 1 PICKING RACK E16R7C1530FC	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nave 2 pabellón A
24010200	01771139 111095302 27/08/2018 GW6P7N0318UG53	IMC200	6 91 N2 03 00 5000 1 PICKING RACK GW6P7N0318UG53	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nave 2 pabellón A
28030100	01710957 9320090 29/06/2018 K02B0910R1448	IMC300	29 120 N2 01 00 5000 1 PICKING RACK K02B0910R1448	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nave 2 pabellón B
28030200	01748823 111079295 23/08/2018 F10P7N0318UG53	IMC200	14 91 N2 02 00 5000 1 PICKING RACK F10P7N0318UG53	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nave 2 pabellón B
28030300	01778369 8027978 29/08/2018 K04R7C1530AC	FLD2200	2 117 N2 03 00 5000 1 PICKING RACK K04R7C1530AC	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nave 2 pabellón B
28030100	01748822 111079295 23/08/2018 F10P7N0318UG53	IMC200	25 91 N2 01 00 5000 1 PICKING RACK F10P7N0318UG53	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nave 2 pabellón B
28030200	01778371 108802636 29/08/2018 AV6R7C1530AG	FLD2200	30 47 N2 02 00 5000 1 PICKING RACK AV6R7C1530AG	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nave 2 pabellón B
28030300	01762178 111121621 30/08/2018 GW6P7N0318UG53	IMC200	49 91 N2 03 00 5000 1 PICKING RACK GW6P7N0318UG53	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nave 2 pabellón B
28010100	01778376 108802641 29/08/2018 D08R7C1530PE	FLD2200	34 47 N2 01 00 5000 1 PICKING RACK D08R7C1530PE	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nave 2 pabellón B
28010200	01776506 111103971 28/08/2018 F10P7N0318UG53	IMC200	38 91 N2 02 00 5000 1 PICKING RACK F10P7N0318UG53	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nave 2 pabellón B

Figura 7. Imagen extraída del software interno de la empresa WALKERPACK MPL, S.L. usando el usuario propio del autor del presente proyecto, y con el consentimiento de la empresa. Pueden observarse las posiciones de picking.

Código 1	Descripción Almacén Walker 1	Tipo Almacén	Activo
2A010101	01781798 108696585 30/08/2018 KV4R7C453PAA	FLC1210 60 47 A01 01 01 1 1 ALMACEN	<input checked="" type="checkbox"/>
2A010102		A01 01 02 1 2 ALMACEN	<input type="checkbox"/>
2A010103		A01 01 03 1 3 ALMACEN	<input type="checkbox"/>
2A010201	01779629 111112484 29/08/2018 KV6P7K04CD33A6	DMC200 50 94 A01 02 01 1 1 ALMACEN	<input checked="" type="checkbox"/>
2A010202		A01 02 02 1 2 ALMACEN	<input type="checkbox"/>
2A010203	01776663 111105989 28/08/2018 KV6P7K04CD33A6	DMC200 50 94 A01 02 03 1 3 ALMACEN	<input checked="" type="checkbox"/>
2A010301	01781796 108696583 30/08/2018 AV6R7C453MKG	FLC1210 60 47 A01 03 01 1 1 ALMACEN	<input checked="" type="checkbox"/>
2A010302		A01 03 02 1 2 ALMACEN	<input type="checkbox"/>
2A010303		A01 03 03 1 3 ALMACEN	<input type="checkbox"/>
2A020101		A02 01 01 1 1 ALMACEN	<input type="checkbox"/>

Figura 8. Imagen extraída del software interno de la empresa WALKERPACK MPL, S.L. usando el usuario propio del autor del presente proyecto, y con el consentimiento de la empresa. Pueden observarse las posiciones de excesos.

Existe un condicionante técnico más que, aunque no es algo interno de Walkerpack, rige el funcionamiento y la actividad laboral de la empresa y, por tanto, se debe de tener en consideración. Se trata de la forma en que Ford España tiene estructurada su planta de montaje de vehículos, la cual se basa en dos sistemas diferenciados: TRIM y CHASIS. Se podría decir que TRIM es la parte en la que se montan los complementos del vehículo (por ejemplo, las guías de las ventanas, la botella que contiene el agua del limpiaparabrisas o la caja de fusibles); mientras que CHASIS es el subsistema en el que se ensamblan las partes que componen la estructura básica del vehículo a la carrocería (como las insonoras, los manguitos, los amortiguadores o el mangón que va al depósito del combustible). Ambos sistemas son contiguos dentro de la línea de montaje, teniendo el vehículo que pasar primero por TRIM y posteriormente por CHASIS.

Este condicionante afecta al presente proyecto debido a que la familia PALANCA DE CAMBIO pertenece a TRIM y, por tanto, un fallo en la secuenciación o en el transporte del carro de secuenciación puede tener consecuencias muy graves si se tiene en cuenta la cantidad de piezas que se montan de manera posterior a la palanca de cambio. Se debe de ser conscientes de que el margen de error es mínimo y que por ello, es necesario buscar los sistemas necesarios para aumentar el tiempo de reacción disponible y disminuir la probabilidad de fallo.

Además, dentro de este condicionante técnico basado en la organización interna de la planta de montaje de Ford España, debe destacarse que ,al mismo tiempo que la cadena de montaje se divide en dos subsistemas contiguos (TRIM Y CHASIS), dicha cadena de montaje se separa en dos líneas de producción: la línea A (en la que se montan los modelos de “Ford MONDEO”, “Ford S-MAX”, “Ford GALAXY” y “Ford KUGA”) y la línea B (en la que se ensamblan los modelos de “Ford CONNECT” y, de nuevo por la elevada demanda, “Ford KUGA”). De esta manera, dentro de la cadena de montaje podría diferenciarse entre los vehículos que pasan por TRIM A y CHASIS A y los que se montan por TRIM B y CHASIS B. En el caso que está siendo estudiado, la familia PALANCA DE CAMBIO se debe suministrar en TRIM A y en TRIM B, por tanto, debe de tenerse en cuenta que existen dos puntos de uso dentro de Ford España a los que Walkerpack debe de aprovisionar logísticamente. Además, se deberá de diferenciar a nivel interno a la hora de secuenciar las piezas que van para cada punto de uso.

Por ello, es necesario de contar con dos flotas de carros de secuenciación distintas, una para cada línea de producción.

3.2 NECESIDADES RELATIVAS A LA SEGURIDAD

En este caso se tratarán las limitaciones que se deben de tener en cuenta para que en todo momento se garantice el cumplimiento de los requisitos y normativa de seguridad laboral. Se trata de una serie de consideraciones que deben de considerarse para que el operario esté protegido en todo momento y sea posible prevenir cualquier accidente laboral.

En este caso, la explicación que a continuación se desarrolla no se centrará de manera tan particular en la familia PALANCA DE CAMBIO, sino que hará referencia a todas aquellas medidas de seguridad que deben aplicarse por el hecho de realizarse una actividad laboral. En este caso, se van a seguir las indicaciones vigentes dentro de la empresa. Entre las cuales cabe destacar:

- Cualquier operario deberá de ir equipado en todo momento con el chaleco reflectante con el logo de la empresa, así como con el calzado de protección obligatorio.
- Se suministrará a cada operario un cúter con sistema de seguridad anticorte, así como los guantes anticorte. Siendo los guantes de uso obligatorio cuando se hace uso de dicho cúter.
- Uso de arnés conectado a la línea de vida, en caso de que puesto de secuenciación se encuentre en altura. Esto es un caso particular que ocurre en determinadas familias de manera específica.
- Carretilleros y remolcadores deberán circular y asegurar el mantenimiento del vehículo según a lo dispuesto en el reglamento interno de la empresa. Siendo necesaria la firma de los operarios para reconocer el conocimiento de la normativa interna. En el caso de encontrarse dentro de las instalaciones de Ford España, deberán contar con el carné certificado y expedido por la misma Ford.
- Las estanterías, usadas para los puestos de secuenciación en el Edificio 66, deberán ser certificadas por la empresa “ar racking”, perteneciente al “grupo arania”. Siendo responsable, dentro de la citada empresa, la delegación “AR LEVANTE”. Encontrándose dicha delegación en el Centro Empresarial Destro, Bloque A, Oficina 107; en el Parque Tecnológico de Paterna (Paterna, Valencia, 46980).

Todas estas normas que tiene la empresa a nivel interno afectan a cualquiera de los puestos de secuenciación y no se aplica de manera particular al que se pretende diseñar en el presente proyecto. Al contrario, se deberá de adaptar el nuevo puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO a las medidas de seguridad vigentes en Walkerpack, teniendo siempre en cuenta que la seguridad de cualquier operario de la empresa prima sobre cualquier actividad laboral.

3.3 NECESIDADES RELATIVAS A LOS TIEMPOS DE EJECUCIÓN EN EL SERVICIO LOGÍSTICO

En este apartado se va a tratar uno de los condicionantes más importante, el tiempo. En concreto, se pretende hacer referencia a los tiempos de ejecución de cada uno de los procesos que intervienen en el aprovisionamiento logístico de la familia PALANCA DE CAMBIO en Ford España.

La relevancia de tener controlado el tiempo de ejecución radica en que Walkerpack es un *bailee* de Ford y esto, como se ha mencionado anteriormente, significa que entre sus responsabilidades se encuentra la entrega en tiempo y forma de las piezas. Esto implica que hay que suministrar, al *POF* de la línea de montaje, la pieza que se requiere y en el momento en el que se requiere. Por tanto, se debe adaptar todo el proceso logístico de la familia PALANCA DE CAMBIO al *takt time* propio de la planta de montaje de Ford España.

Para poder satisfacer esta necesidad, se desarrollarán a continuación los diferentes tiempos de ejecución con sus correspondientes procesos o actividades laborales. De esta manera, será posible saber todos los tiempos que deben tenerse en cuenta a la hora de seleccionar y diseñar la solución logística óptima para el caso de la familia PALANCA DE CAMBIO.

El primero de los procesos a tener en cuenta es la secuenciación de las referencias demandadas por Ford. En este caso, se debe ser consciente de que existen dos tiempos de ejecución diferentes. Por un lado, se encuentra el tiempo que tarda en generarse un *report* y por otro lado, el tiempo que tarda el operario en secuenciar las piezas.

En el caso del *report*, cabe destacar que hasta que no se genera (a nivel de sistema interno, no físicamente la hoja) no se puede comenzar la secuenciación de las piezas. Por tanto, se debe tener en cuenta debido a que se trata de un tiempo añadido al proceso de aprovisionamiento logístico a la cadena de montaje y además, es un tiempo en el que el secuenciador está parado (tiempo no productivo). Existen tres formas de generarse un *report*, las cuales se describen a continuación:

- Por tiempo. Cuando pasa un determinado intervalo de tiempo el *report* se genera, independientemente del número de secuencias que incluya. Esto quiere decir que el carro de secuenciación sólo llevaría las piezas que han entrado dentro de ese intervalo, quedando vacías las últimas posiciones del carro de secuenciación.
- Por diferencia de secuencias. Cuando pasa un determinado intervalo de secuencias el *report* se genera, incluyendo tanto las referencias que forman parte de la familia que se va a secuenciar como aquellas referencias de piezas que no están incluidas en dicha familia (porque están bajo la responsabilidad de otra empresa logística o porque el coche no monta pieza). Esto provoca que en el carro de secuenciación coexistan tanto celdas con pieza secuenciada (referencia incluida en la familia) como celdas vacías (referencia no incluida en la familia).
- Por piezas. Cuando se ha conseguido las referencias suficientes como para completar el carro de secuenciación se genera el *report*. Es decir, el sistema filtra todas las secuencias y únicamente incluye en el report aquellas secuencias que tienen asignada

una referencia incluida en la familia que se va a secuenciar. Esto se traduce en que el carro de secuenciación queda completo.

En el caso de la familia PALANCA DE CAMBIO, las secuencias son correlativas. Esto quiere decir que todos los coches que pasan por la cadena de montaje de Ford montan alguna pieza cuya referencia está contenida en esta familia. Por ello, la manera en la que se genera el *report* en la familia PALANCA DE CAMBIO es por piezas, usando el método de por tiempo únicamente en caso de emergencia.

Por otro lado se debe estudiar el tiempo que invierte el operario en secuenciar el carro de secuenciación. Este tiempo de ejecución depende de varios factores (ubicación de los embalajes que contienen las piezas recorridas, aptitudes del operario para realizar las labores o que exista material necesario en el *picking*), pero fundamentalmente está supeditado al número de posiciones disponibles que contiene el carro de secuenciación. Según la línea (A o B) a la que corresponda, el carro de secuenciación tendrá unas características particulares:

- Carro de secuenciación de TRIM A. Tiene 56 posiciones disponibles distribuidas equitativamente en dos caras. De esas 56 celdas, las 4 primeras (primera fila) se reservan para un trasvase de piezas desde el carro que está en el *POF* hacia el nuevo carro que le sustituye. Por tanto tiene una capacidad para 52 piezas secuenciadas. Se puede observar mediante las imágenes recogidas en la Figura 9 y Figura 10.



Figura 9. Carro de secuenciación de TRIM A. Cara frontal. Esta cara y su respectiva posterior son similares.



Figura 10. Carro de secuenciación de TRIM A. Cara lateral. Esta cara y su respectiva posterior son similares.

- Tiene 48 posiciones disponibles distribuidas en 4 caras, de manera que hay 20 posiciones en cada una de las dos caras frontales y 4 posiciones en cada una de las dos caras laterales. De esas 48 celdas, las 5 primeras (primera fila) se reservan para un trasvase de piezas desde el carro que está en el *POF* hacia el nuevo carro que le

sustituye. Por tanto tiene una capacidad para 43 piezas secuenciadas. Se podría observar por medio de las imágenes retratadas tanto en la Figura 11 como en la Figura 12.



Figura 11. Carro de secuenciación de TRIM B. Cara frontal. Esta cara y su respectiva posterior son similares.



Figura 12. Carro de secuenciación de TRIM B. Cara lateral. Esta cara y su respectiva posterior son similares.

El número de posiciones es lo que determina el tiempo que tardará el operario en secuenciar el carro de secuenciación de manera completa. Por tanto, es necesario conocer los carros de secuenciación que Walkerpack tiene destinado a la familia PALANCA DE CAMBIO, para así poder adaptar los tiempos de secuenciación del nuevo puesto de secuenciación a estos carros. Si no fuera posible lograr esta adaptación, se podrían diseñar nuevos carros de secuenciación. Sin embargo, es algo que debe evitarse para no aumentar el coste económico que supondría el presente proyecto.

El segundo de los procesos, que entra dentro del aprovisionamiento logístico de la familia PALANCA DE CAMBIO, con un tiempo de ejecución a considerar es el transporte de los carros de secuenciación. En este apartado se debe de diferenciar en función de donde se ubique el puesto de secuenciación, ya que las condiciones de transporte no serán las mismas y en consecuencia, el tiempo destinado a esta labor también será distinto. Por ello es posible distinguir entre dos casos:

- Puesto de secuenciación en Nave 2. Así es como se encuentra en la actualidad. La nave en la que se secuencian la familia PALANCA DE CAMBIO está fuera del complejo de Ford España. Esto implica que una vez el carro ha sido secuenciado, debe cargarse en las furgonetas de la empresa, transportarse hasta el *Canopy* (dentro de las instalaciones de Ford), descargarse de la furgoneta y remolcarse hasta el punto de uso dentro de la línea de montaje. Y posteriormente, una vez las piezas del carro situado en el *POF* han sido montadas en los vehículos correspondientes y el carro de secuenciación ha quedado vacío, debe realizar el camino a la inversa. Es decir, lo han de remolcar hasta el *Canopy*, cargarlo en una furgoneta de Walker's, transportarlo hasta Nave 2,

descargarlo de la furgoneta y llevarlo al puesto de secuenciación para que se vuelva a llenar de las piezas secuenciadas. Este proceso puede observarse de una manera gráfica en la Figura 1.

- Puesto de secuenciación en el Edificio 66. Así es como se pretende que se instaure, en caso de que esta opción resulte viable y provechosa desde un punto de vista económico y productivo. Puesto que el Edificio 66 es una nave que se encuentra dentro del complejo de Ford, y además de manera contigua a la línea de montaje de Ford España, las labores de transporte se reducen en comparación al caso anterior. Una vez el carro de secuenciación se haya llenado con las piezas que le corresponden, debe ser remontado desde el puesto de secuenciación hasta el punto de uso correspondiente en la línea de montaje de Ford. Cuando el carro de secuenciación se ha vaciado, debe hacer el recorrido a la inversa. Es decir, se remolca desde *POF* hasta el puesto de secuenciación para que se complete con piezas y vuelva a iniciarse el ciclo. Es posible apoyarse en la Figura 2 para entender mejor la situación a la que se está haciendo referencia.

Una vez establecida la comparativa, es posible entender de una manera aún más clara el motivo por el que se plantea el presente proyecto. Además de los elevados costes que produce tener el puesto de secuenciación en Nave 2 debidos al transporte de los carros de secuenciación, existe en la actualidad un margen de tiempo destinado al transporte que podría ser aprovechado en la realización de otras labores productivas. Todo el tiempo que se invierte actualmente en el transporte, podría dedicarse a otras labores que permitiesen aumentar la eficiencia de los servicios logísticos ofrecidos por Walkerpack.

El último de los tiempos de ejecución a tener en consideración no depende directamente de la empresa Walkerpack, pero sí que afecta de manera relevante al funcionamiento de dicha empresa. Se trata del *takt time* dentro de línea en la cadena de montaje de Ford. Podría explicarse como el tiempo que transcurre mientras el vehículo se encuentra en un determinado punto de uso y, por tanto, es el tiempo de ejecución del que dispone el operario para montar la pieza secuenciada que le corresponde a dicho vehículo. Dicho tiempo de ejecución debe ser respetado en cualquiera de los puntos de uso, ya que un retraso produciría afectar a los puntos de uso que hay a continuación o provocaría en casos más graves una parada de la línea de montaje. Cabe apuntar que el vehículo no se detiene en ningún momento en el *POF*, sino que la línea de montaje avanza de manera continua y uniforme. Por tanto, el intervalo de tiempo es constante y tiene un valor definido por la velocidad de la línea. El valor de *takt time* en la planta de montaje de Ford España es de 82 segundos.

En el caso estudiado en el presente proyecto, para el puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO, ese *takt time* de la línea de montaje de Ford se traduce en el tiempo que tarda en consumirse cada pieza secuenciada en el punto de uso. Sabiendo el número de piezas que contiene el carro, se puede saber cuánto tiempo puede durar un carro de secuenciación en el *POF*. Por tanto, el tiempo de ejecución dentro de la línea de montaje resulta interesante y útil para poder desarrollar unos servicios logísticos eficaces y conseguir que en todo momento haya piezas secuenciadas en el punto de uso de la cadena de montaje.

Una vez han sido explicados todos los casos anteriores, se podría decir que es posible calcular los tiempos de ejecución de todos los procesos que intervienen en el aprovisionamiento

logístico de la familia PALANCA DE CAMBIO. Combinando toda esta información de la manera correcta y realizando los cálculos oportunos, se podrá definir las características del servicio logístico que se propone mediante el presente proyecto. Entre esas características se deben de definir la flota de carros de secuenciación que se requiere, el número de operarios necesarios, la manera en la que se genera cada report o los diferentes tiempos de ejecución con los que se debería trabajar para un correcto suministro logístico a la cadena de montaje de Ford España.

Dentro de los condicionantes de tiempo existe uno más que debería de tenerse en consideración para una completa planificación del proyecto, aunque en este caso es independiente a los tiempos de ejecución y por ello, no ha sido incluido en el grupo de los anteriores. Se trata del periodo de tiempo que debería emplearse en el caso de que el objetivo propuesto en el presente proyecto se llevase a cabo, instaurándose una nueva manera de conseguir el aprovisionamiento logístico de la familia PALANCA DE CAMBIO por parte de Walkerpack. Es decir, es necesario tener en cuenta, como una necesidad del proyecto, que el cambio de la infraestructura del servicio logístico conllevaría un tiempo y la actuación de diversos operarios.

Suponiendo el caso de que se aplicara la idea anteriormente propuesta de cambiar la ubicación del puesto de secuenciación y renovar la infraestructura del servicio logístico ofrecido por Walkerpack, el cambio se debería de realizar en día de no producción. Es decir, cuando la cadena de montaje de la Ford estuviera parada y, por tanto, Walkerpack tampoco tendría las obligaciones del servicio logístico. Siendo de esta manera, y con una correcta coordinación de los diferentes trabajadores implicados, el cambio se podría plantear en unos dos turnos de trabajo (16 horas laborales que se realizarían en jornada o jornadas de no producción).

El hecho de tener que seguir esta metodología, en el supuesto caso de que se implantase lo propuesto anteriormente como objetivo del proyecto, se debe a que la otra opción es realizarlo durante una jornada laboral en la que hubiera producción en Ford. Esto conlleva mayores inconvenientes debido a que el cambio se debería de realizar en más tiempo, ya que supondría hacer uso de unos recursos (personal y maquinaria) que al mismo tiempo deben atender y satisfacer las demandas logísticas de la empresa. Pero principalmente, debido al riesgo que supone modificar el aprovisionamiento logístico de la familia PALANCA DE CAMBIO al mismo tiempo que dicho aprovisionamiento se está llevando a cabo. Esto puede conllevar que se produzcan errores tanto en dicha familia, por tener el material y los recursos repartidos entre diferentes puntos, como en el resto de las familias secuenciadas por Walkerpack, debido a una posible falta de atención durante las labores de cambio. Por tanto, la necesidad de emplear un mayor tiempo en el cambio y la alta probabilidad de error implican que el cambio se debería realizar en jornada de no producción. Considerándose esto como una necesidad del proyecto, en el supuesto caso de que Walkerpack decidiera aplicar el cambio propuesto anteriormente dentro de sus servicios logísticos.

3.4 NECESIDADES ECONÓMICAS

La última de las necesidades que debe de explicarse es la que se puede considerar como una de las principales, pues es en la que radica uno de los motivos que justifican y demuestran que lo propuesto en el presente proyecto supondría una mejora para Walkerpack. Podría decirse que se trata de la base a partir de la que surge la idea que se está desarrollando en los diferentes

apartados. Se trata del condicionante económico que supone tener el puesto de secuenciación, de la familia PALANCA DE CAMBIO, ubicado de manera externa a la planta de montaje de Ford a la que se suministra logísticamente dicha familia.

Este condicionante económico, a partir del cual surge la iniciativa de desarrollar el presente proyecto, se centra en el coste que supone el transporte de las piezas secuenciadas en los carros de secuenciación. Exigiendo este traslado una serie de gastos para la empresa, lo cuales se pretende evitar mediante el estudio que se está planteando en los sucesivos apartados.

Para poder demostrar hasta qué punto el transporte de los carros de secuenciación condiciona el balance económico del servicio logístico prestado por Walkerpack, se va a analizar la manera en que dicho gasto repercute sobre el beneficio de la empresa. Teniendo siempre en cuenta que se está aplicando este condicionante económico sobre la familia PALANCA DE CAMBIO, que es el objeto del proyecto.

$$BENEFICIO ECONÓMICO = INGRESOS FORD - COSTES SERVICIO LOGÍSTICO \quad (1)$$

El beneficio de la empresa, expuesto mediante la ecuación 1, depende pues de dos factores a tener en cuenta y que a continuación se detallarán.

Por una parte, “INGRESOS FORD” se refiere a la cantidad que Ford España paga como cliente a Walkerpack por los servicios logísticos prestados en la familia PALANCA DE CAMBIO. En este caso, se trata de una cantidad constante debido a que a Ford le interesa que Walkerpack almacene su material y se lo suministre cuando lo necesite. El lugar donde lo almacene o desde el que lo secuencie le es independiente. Por tanto, podría considerarse este parámetro como una constante.

Por otra parte, “COSTES SERVICIOS LOGÍSTICOS” se deriva de lo que le supone a nivel económico a Walkerpack realizar las labores necesarias para conseguir que el aprovisionamiento logístico se produzca de manera apropiada. Este parámetro puede ser definido tal y como se muestra en la Ecuación 2.

$$COSTES SERVICIOS LOGÍSTICOS = ALMACÉN + SECUENCIA + TRANSPORTE \quad (2)$$

En la Ecuación 2, pueden observarse tres nuevas magnitudes. A partir de ellas, se puede obtener el coste que le supone a la empresa los diferentes procesos que deben llevarse a cabo para el aprovisionamiento logístico de la familia PALANCA DE CAMBIO. A continuación se procede a explicar cada una de esas magnitudes.

- “ALMACÉN”. Se refiere a los costes que supone la guarda y custodia de material, procedente del fabricante, en la nave de la empresa. Estando, por tanto, dicho material bajo la responsabilidad de Walkerpack. Dicho gasto se puede considerar constante, ya que aunque el puesto de secuenciación se reubique en el Edificio 66, es necesario seguir almacenando (como se realiza en la actualidad) los embalajes de piezas hasta que existan posiciones de excesos disponibles en las estanterías.

- “SECUENCIA”. Se refiere a los gastos que supone la secuenciación de las piezas en los carros de secuenciación. Incluye gastos relativos a los diferentes operarios que intervienen en el proceso de secuenciación y además, el mantenimiento por una parte de toda la infraestructura que constituye el puesto de secuenciación y por otra, de la maquinaria y recursos empleados. Este caso también se podría considerar como constante en un principio, puesto que el objetivo es no incluir más personal (algo que encarecería la propuesta del proyecto) y el mantenimiento sería el mismo, ya que el plan de mantenimiento que tiene la empresa (centrado en un mantenimiento mayoritariamente correctivo) no tiene planificado ningún cambio y por tanto, el nuevo servicio logístico debería adaptarse a estas condiciones.
- “TRANSPORTE”. Se refiere a los gastos derivados del transporte del carro de secuenciación hasta el punto de uso en la línea de montaje de Ford España, así como el proceso a la inversa que realiza el carro de secuenciación cuando se han consumido las piezas que contenía. En este caso, si se produjese el cambio que se pretende plantear en el presente proyecto, este coste sería variable. Debido a que la necesidad de transporte se minimizaría (reduciéndose únicamente a remolcar los carros de secuenciación), teniendo en cuenta además que el aprovisionamiento de material y la salida de vacíos se adaptaría a la metodología que tiene la empresa con familias que ya se secuencian en el Edificio 66 (consiguiendo así que esto no suponga un coste significativo).

A partir de las ecuaciones anteriores y de la información expuesta, es posible darse cuenta de la relevancia que tiene el coste debido al transporte dentro del balance económico de la empresa. Es por ello por lo que se considera este coste como una necesidad económica que debe de tenerse en cuenta para el correcto desarrollo de la propuesta de mejora de los servicios logísticos de Walkerpack.

Dentro de las condicionantes económicos, para acabar con este apartado, se debe de explicar la necesidad de realizar una inversión para mejorar el actual sistema de ayuda al operario y prevención de errores.

Anteriormente, en el apartado de necesidades técnicas, se ha explicado que en la actualidad (con el puesto de secuenciación en Nave 2) no existe ningún tipo de sistema de este tipo pero que sí se consideraría necesario disponer de uno (el tipo o las características deberían estudiarse para decidir cuál sería el óptimo) en el nuevo puesto de secuenciación se está planteando (con ubicación en el Edificio 66). El motivo por el cual se considera beneficiosa (e incluso necesaria) la instalación de estos sistemas *poka-yoke* es, como ya se ha recalcado anteriormente, por minimizar la probabilidad de un fallo que tendría graves consecuencias sobre Walkerpack por cómo afectaría al resto de la línea de producción de Ford.

Desde el punto de vista económico, reconocer la instalación de estos sistemas como una necesidad, se basa en la rentabilidad. Es decir, se centra en las ganancias económicas que podrían suponer para la empresa el hecho de tener unos determinados sistemas *poka-yoke* integrados dentro de su la infraestructura que le permite llevar a cabo sus servicios logísticos. Dicha rentabilidad económica repercutiría sobre Walkerpack de dos maneras distintas, las cuales se procede a explicar a continuación:

- Directa. El propósito de instalar estos sistemas *poka-yoke* es la reducción de fallos en el suministro logístico a la cadena de montaje. Si se consiguiera evitar estos fallos, se

evitaría cualquier tipo de sanción económica por parte de Ford España (cabe señalar que un error en el suministro de piezas puede provocar la parada de la línea de montaje, siendo este un fallo muy grave que se penalizada con las sanciones mencionadas anteriormente). En este caso, la rentabilidad se produciría gracias a una reducción de los gastos de la empresa.

- Indirecta. Este caso se centra en lo que supondría para la reputación de Walkerpack, como empresa logística, el hecho de conseguir minimizar (o incluso, erradicar) los fallos en la segregación de piezas a la cadena de montaje. Es decir, conseguir cumplir con los objetivos de una manera eficaz y eficiente provocaría una mejora de su reputación como empresa. Por tanto, sería más fácil que clientes, como Ford España, confiaran en Walkerpack para hacerse cargo de determinados servicios logísticos. Como puede ser por ejemplo, responsabilizarse del aprovisionamiento de nuevas familias, ampliando así el grupo de referencias servidas Ford. En este caso, la rentabilidad se traduciría a un ingreso potencial debido a la adquisición de nuevos servicios logísticos a realizar.

Las razones anteriormente expuestas, mediante las cuales es posible deducir la rentabilidad que supondría para Walkerpack el hecho de contar con un sistema de ayuda y prevención de fallos en la familia PALANCA DE CAMBIO, hacen necesario que se consideren a dichos sistemas como una necesidad económica dentro del presente proyecto.

4. SOLUCIONES ALTERNATIVAS

En este apartado, se presentarán las diferentes posibilidades a tener en cuenta para poder realizar el cambio en los servicios logísticos de la familia PALANCA DE CAMBIO. Dichos servicios existen en la actualidad siguiendo la metodología desarrollada a lo largo de los diferentes apartados anteriores. Lo que se pretende es modificar esos procesos y maneras de actuar con el objetivo de conseguir una mejora logística y una optimización del proceso que favorezca a Walkerpack.

Para poder diseñar esta nueva manera de aprovisionar logísticamente a la cadena de montaje de Ford España, primero se deberá seleccionar la ubicación idónea para el puesto de secuenciación y posteriormente, se deberá razonar cuáles serían los sistemas de ayuda y prevención de errores que deberían instalarse en dicho puesto de secuenciación. Estos son los dos puntos clave a tratar, en el primer caso debido a que es lugar en el que se realiza la secuenciación y su ubicación determina otros factores de suma relevancia (por ejemplo, la flota de carros de secuenciación o los medios de transporte utilizados), y en el segundo caso, porque se trata de aquellos elementos que permitirán prevenir fallos que pudieran afectar a la línea de producción de Ford (dichos fallos acabarían repercutiendo de manera negativa sobre Walkerpack, por tanto deben evitarse).

A partir del estudio y elección de los dos puntos anteriores, se podrá definir de manera completa la manera en la que se ofrecen los servicios logísticos de la familia PALANCA DE CAMBIO. Es decir, será posible obtener todos los parámetros a tener en cuenta una vez se sepa dónde y cómo va a realizarse la secuenciación de la familia estudiada.

4.1 PUESTO DE SECUENCIACIÓN Y PARÁMETROS ASOCIADOS

En primer lugar, se va a proceder a exponer las diferentes alternativas que pueden tenerse en consideración para ubicar el puesto de secuenciación. Para ser conscientes de lo que supone cada una de esas opciones, se explicarán las diferentes ventajas y los diversos inconvenientes que presenta cada una de ellas. Una vez todas las opciones hayan sido estudiadas, se decidirá cuál es la opción que resulta más beneficiosa para los intereses de Walkerpack.

Antes de comenzar a analizar cada una de las diferentes alternativas existentes, se debe aclarar que el elegir una ubicación determinada no sólo depende del espacio físico disponible en ese lugar. Sino que también deben considerarse otros factores como los medios de transporte que serían necesarios, los recursos materiales que deberían aportarse o cómo afectaría al resto de la producción y servicios logísticos que están a cargo de la empresa.

Las diferentes alternativas, a considerar como posibles, para puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO se explican a continuación.

ALTERNATIVA 0: MANTENER EL PUESTO DE SECUENCIACIÓN EN NAVE 2.

La primera de las alternativas es que el puesto de secuenciación permanezca en Nave 2, es decir, los servicios logísticos de la familia PALANCA DE CAMBIO se mantendrían y se llevarían a cabo tal y como se hace en la actualidad. Esta opción va en contra del objetivo principal del presente proyecto, pero sería la adecuada en caso de que el cambio de ubicación

no aportase la rentabilidad deseada o que la inversión inicial, necesaria para llevar a cabo la remodelación, fuese excesivamente elevada.

En el caso de tener que seleccionar esta alternativa como la solución para el puesto de secuenciación, debería de tenerse en cuenta que las condiciones actuales en las que Walker's ofrece sus servicios logísticos son las siguientes:

- El ciclo de trabajo es tal y como se muestra en la Figura 1, se secuencian en un lugar y el carro debe transportarse hasta el punto de uso en la cadena de montaje de Ford España.
- Los tiempos de ejecución obligan a que la flota de carros sea de 3 carros de secuenciación por cada línea de montaje, es decir, 6 carros de secuenciación en total (3 para la línea de montaje de TRIM A y 3 para la línea de TRM B). Esta cantidad de carros es necesaria para poder suministrar a la cadena de montaje en todo momento, pero también implica que el operario encargado de secuenciar lleve un ritmo de trabajo elevado para evitar que se acumulen los carros de secuenciación.
- Actualmente, para la tarea de secuenciar, existe únicamente 1 operario por turno. Aunque también se debería tener en cuenta al carretillero encargado de cargar y descargar los carros de secuenciación y de mover los embalajes de piezas (incluyendo la reposición y reubicación de los embalajes de cada una de las referencias), el remolcador que lleva el carro secuenciado desde el *Canopy* hasta el punto de uso en la línea de Fors y el conductor de la furgoneta que transporta el carro de secuenciación entre naves.
- En cuanto a la distribución del material, actualmente se organiza entre tres estanterías y además, existe un espacio (dentro de Nave 2) pegado al puesto de secuenciación donde se almacenan todos los embalajes que no caben en las posiciones de exceso de las diferentes estanterías.

Para poder entender como se distribuye el material correspondiente a las diferentes referencias, se puede observar (en la Figura 13, Figura 14 y Figura 15) una representación de cada una de las estanterías en la que aparece tanto las posiciones de *picking* como las ubicaciones de excesos disponibles. Además, es recomendable apoyarse en la Figura 5 para entender de manera completa como está organizado el puesto de secuenciación en Nave 2.

Cabe destacar que, dentro de cada estantería, existen baldas o filas que aparecen vacías (como se puede observar en las representaciones de la Figura 13 y la Figura 14). Aparentemente se podrían utilizar para ubicar material, pero no pueden considerarse como activas debido a que en la empresa no se utilizan en la actualidad. Las que se encuentran en la última altura es debido a que la empresa no desea ubicar material en una zona tan elevada, por la complejidad que supone la manipulación del embalaje (suponiendo un alto riesgo de incidente); otras es debido a que se reservan para unos fines determinados (como puede ser la acumulación de cartón o piezas que Walkerpack desea mantener apartadas del resto) y en otros casos, se debe a que los soportes que actúan como vigas se encuentran en mal estado por diferentes golpes o incidentes que

En el caso de la estantería “B”, Figura 14, se debe de tomar como referencia la Figura 4 teniendo en cuenta que la perspectiva es la misma pero desde la otra cara de la estantería. Es decir, se ha utilizado la misma perspectiva que en la Figura 3 pero centrando el punto de mira en la estantería “B” en lugar de en la estantería “A”. En la representación se puede observar, como ocurría en el caso anterior, la distribución de las referencias contenidas en esta estantería y las ubicaciones de excesos que se encuentran activas. Además, en este caso se puede identificar el vano destinado a albergar los carros de secuenciación. Dicho vano es ocupado por dichos carros cuando estos se están llenando de piezas secuenciadas. También es posible apreciar el vano ficticio, el cual se caracteriza por carecer de infraestructura física y la empresa acepta su uso como solución debido a la falta de espacio disponible en las estanterías.

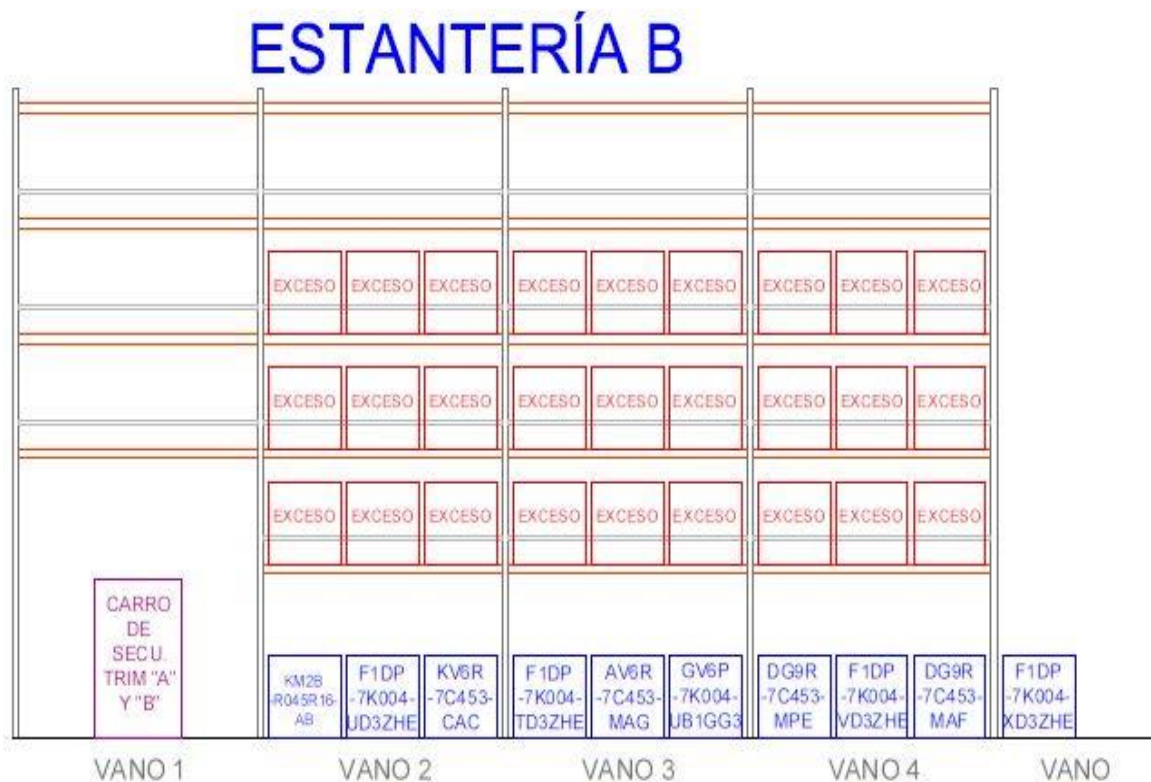


Figura 14. Representación, mediante una vista frontal, de la estantería “B” del puesto de secuenciación en Nave 2. Distribución de referencias en picking y ubicaciones de excesos, así como vano destinado al carro de secuenciación.

En el caso de la estantería “C”, Figura 15, la vista ofrecida en la representación gráfica se corresponde con la que aparece retratada en la Figura 4. En este caso, al igual que en los dos casos anteriores, se puede analizar la manera en que se distribuyen las diferentes posiciones de *picking* incluidas en esta estantería, con las referencias que les han sido asignadas, y las ubicaciones de excesos que pueden usarse. Hay que destacar además que en este caso es posible observar las posiciones de *picking* que se encuentran a primera altura de la estantería.

ESTANTERÍA C

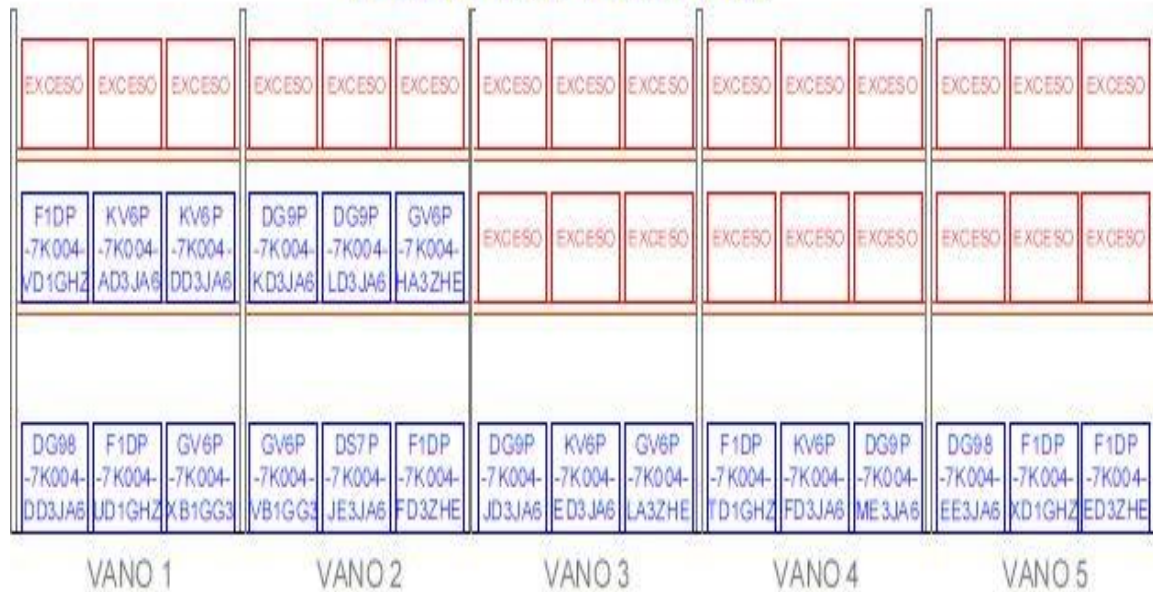


Figura 15. Representación, mediante una vista frontal, de la estantería “C” del puesto de secuenciación en Nave 2. Distribución de referencias en picking y ubicaciones de excesos, teniendo en cuenta la existencia de posiciones de picking a dos alturas.

La opción de mantener el actual puesto de secuenciación, aunque a priori no se concebía como una posibilidad, podría considerarse como una opción posible. Entre las ventajas que apoyan esta opción puede destacarse que el puesto de secuenciación se encuentra en la misma nave en la que se almacena todos los embalajes de material que viene del proveedor. Como se puede observar en la Figura 16, los embalajes se almacenan (de manera caótica) justo al lado de la estantería “A” (parte derecha y central de la imagen mostrada en la Figura 16, la parte de la izquierda se corresponde con la estantería “A”).



Figura 16. Zona de almacenaje para el material de la familia PALANCA DE CAMBIO, junto a la estantería “A”.

Esto permite tener todo el material disponible junto al puesto de secuenciación, facilitando la reposición de material en el *picking* y no siendo necesarias tantas ubicaciones de excesos.

Otra de las ventajas, derivadas del hecho de que el puesto de secuenciación se encuentre en Nave 2, es que el operario encargado de la secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO puede apoyar en otras labores que también se realizan en dicha nave. Concretamente, en la secuenciación de las familias que van a relleno². Esto facilita la labor a otros operarios y disminuye los tiempos no productivos del operario encargado de la familia PALANCA DE CAMBIO.

En cuanto a las desventajas, la más notable es la obligación de transporte por carretera (para poder llevar los carros de secuenciación al punto de uso) que implica tener el puesto de secuenciación de forma externa al complejo industrial de Ford España. Teniendo, por tanto, gastos económicos importantes que perjudican a la empresa. Otra desventaja a tener en cuenta es la distribución de las posiciones de *picking*. Por una parte, las referencias están separadas en tres estanterías, lo cual perjudica al secuenciador que tiene que desplazarse por zonas de la nave transitadas por maquinaria para llegar a los embalajes de algunas referencias. Y, por otra parte, la falta de espacio físico disponible para posiciones de *picking*, que implica tener que adoptar soluciones que no favorecen el correcto desarrollo de la secuenciación (por ejemplo, las posiciones de *picking* en altura). Además, cabe recordar que en el apartado de necesidades técnicas ya se comentaron las diferentes limitaciones que tiene el puesto de secuenciación (situado en la Nave 2) que actualmente se está utilizando, así como la manera en que dichas limitaciones perjudican el correcto desarrollo del proceso de secuenciación. Todas esas limitaciones podrían unirse o complementar a todas las desventajas que han sido expuestas anteriormente.

ALTERNATIVA 1: MOVER EL PUESTO DE SECUENCIACIÓN AL EDIFICIO 66, INCLUYÉNDOLO EN UN ESPACIO ACTIVO.

Esta posible solución consiste en aprovecharse de estanterías o vanos que actualmente forman parte de puestos de secuenciación activos en el Edificio 66. Es decir, para poder introducir la familia PALANCA DE CAMBIO dentro del Edificio 66, alguna o algunas de las familias que están allí deberían de ceder parte del espacio que están ocupando. Lo que sí se debería de respetar es la manera en la que Walkerpack tiene dividido el espacio disponible, ya que dentro del Edificio 66 hay dos zonas diferenciadas: por un lado, se encuentran todas las familias que se sirven a la línea de TRIM en la cadena de montaje y por otro lado, aquellas familias que se suministran a la línea de CHASIS en Ford. En el caso de la familia estudiada, se debería situar el puesto de secuenciación en la zona destinada a TRIM dentro del Edificio 66.

La idea se podría llevar a cabo de dos maneras distintas:

- Utilizar la misma infraestructura para dos puestos de secuenciación distintos, aplicando una rotación del *stock* que dependa de la familia que se vaya a secuenciar. Es decir, cuando se vaya a secuenciar una familia, los embalajes que habría en el *picking* serían

² Relleno es una forma particular de secuenciar que también está dentro de los servicios logísticos que Walkerpack ofrece a Ford España. Es diferente a la secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO, pues no se centra en el *just in sequence*. En el caso de los rellenos, en el punto de uso existen estanterías con posiciones para cada una de las referencias que se han de suministrar en dicho *POF*. Dichas posiciones se rellenan o completan continuamente con las cantidades de piezas que ya se han gastado, de manera que siempre existirán varias piezas de cada referencia en el *POF* correspondiente.

los de dicha familia. En cambio, cuando el carro de secuenciación esté completo, los embalajes se cambiarían para colocar aquellos que corresponden a las referencias de la otra familia. Se podría llevar a cabo con las familias PORTÓN Y MOLDURAS o con ALFOMBRAS TRIM. El hecho de elegir estas familias es que son embalajes grandes que ocupan mucho espacio, por tanto moviendo un único bulto se generarían varias posibles posiciones de *picking* para los embalajes de la familia PALANCA DE CAMBIO.

- Aprovechar dos puestos de secuenciación, que se encuentren próximos, para dividirlos por la mitad. Una parte se quedaría para la familia que actualmente se está secuenciando y la otra sería para las referencias de la familia PALANCA DE CAMBIO. De manera, que el puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO estaría dividido en dos partes (una parte para las referencias de TRIM A y otra para las referencias de TRIM B) y las otras dos familias tendrían reducido el espacio disponible a la mitad (aproximadamente). Para conseguir poder llevar esto a cabo, sería necesario volver a incluir las posiciones de *picking* en altura para así conseguir albergar a todas las referencias de las familias implicadas. Esto sería posible en el caso de las familias SACRIFICE PANEL (estanterías “O” y “P”) y KUGA SACRIFICE PANEL (estanterías “S” y “T”), puesto que son familias con puestos de secuenciación próximos, con referencias con un consumo muy bajo y con embalajes de gran tamaño que ocupan varias posibles posiciones de *picking*.

Ambas posibilidades tienen ventajas similares, a pesar de ser soluciones que se aplicarían de una manera distinta. En ambos casos se conseguiría implantar el puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO en el Edificio 66, consiguiendo al mismo tiempo reutilizar una infraestructura ya existente y activa (que además, en muchos de los casos, cuenta con sistemas *poka-yoke* ya instalados y que podrían activarse). El hecho de poder utilizar algo que ya está en funcionamiento supondría un ahorro significativo para la empresa, ya que evitaría los costes que supone la inversión inicial necesaria para poder montar la infraestructura que requeriría un nuevo puesto de secuenciación. Además, no haría falta contar con un operario extra que secuenciase la familia PALANCA DE CAMBIO, ya que se encargaría el operario del puesto de secuenciación al que se incluiría dicha familia.

Por otra parte, las desventajas son diferentes según el caso que se esté analizando. En el primero de los casos, dado que la familia PALANCA DE CAMBIO es una familia en la que el ritmo de secuenciación es elevado y las referencias con un consumo relevante son numerosas, sería necesario un mínimo de dos carretilleros que pudiesen llevar a cabo la rotación del *stock* a un ritmo adecuado para evitar afectar a la producción de Ford. Esto supondría alto riesgo de fallo por falta de tiempo o por algún incidente que ocurra durante la constante manipulación de los embalajes, y un mayor gasto en salarios para Walkerpack. Además, dentro de este primer caso, se debe recalcar que el hecho de utilizar las mismas posiciones de *picking* para dos familias supondría un grave problema para el sistema de control de Walkerpack. Debido a que habría que modificar el software para que se pudiera reposicionar embalajes de referencias distintas en una misma posición y habría que etiquetar cada una de las posiciones por duplicado. En el segundo caso, surgiría un problema que ya existe en la actualidad en el puesto de secuenciación que hay en Nave 2, ya que se volvería a hacer uso de las posiciones de *picking* en altura. Esto supone un problema para el secuenciador de cualquiera de las familias afectadas, ya que le

obligaría a depender de un carretillero para poder alcanzar las piezas de los embalajes situados en altura (con las correspondientes demoras en los tiempos de ejecución). También, como otra desventaja a considerar, se debería mencionar que en el caso de dividir el puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO en dos partes (TRIM A y TRIM B), los embalajes de las referencias que se montan en los modelos de KUGA deberían estar por duplicado (cabe recordar que KUGA se monta tanto por la línea del A como por la línea del B de la cadena de montaje de la Ford). Esto resultaría contraproducente si se tiene en cuenta las limitaciones de espacio físico que existen, ya que una misma referencia está ocupando diversas posiciones de *picking* disponibles.

ALTERNATIVA 2: IMPLANTAR EL PUESTO DE SECUENCIACIÓN EN EL EDIFICIO 66 USANDO LA INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE. CRITERIO DE DISTRIBUCIÓN: CONSUMOS.

Esta solución consiste en aprovechar una infraestructura existente, la cual está dentro del Edificio 66, y que está bajo la responsabilidad de Walkerpack. Actualmente se está utilizando dicha estructura para ubicaciones de excesos, generalmente para los embalajes de la familia GUÍAS, aunque también se almacenan embalajes con alguna característica o interés particular para la empresa. Es decir, se trata de un lugar con potencial para ser un puesto de secuenciación si se le aplican las modificaciones necesarias.

La particularidad de este espacio es que se encuentra en altura, dicha característica es el motivo por el cual actualmente se utiliza en funciones de almacén o para excesos. Es decir, el operario no trabajaría a nivel de suelo sino que sería necesario que lo hiciera en la parte alta de la estantería; haciendo siempre uso de las correspondientes medidas de seguridad para prevenir cualquier incidente. Para poder entender mejor la ubicación del que sería el nuevo puesto de secuenciación, se muestran imágenes de la infraestructura mediante la Figura 17 y Figura 18. Se trata de unas fotografías tomadas dentro del Edificio 66, en las que es posible apreciar tanto el lugar en el que se encontraría el puesto de secuenciación, como el uso que se le está dando en la actualidad al mismo. Cabe señalar que se han introducido unas ayudas visuales (tanto en la Figura 17 como en la Figura 18) para poder aclarar la ubicación de esta infraestructura, de manera que la zona enmarcada se corresponde con el espacio que se ha planteado como solución para el puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO.

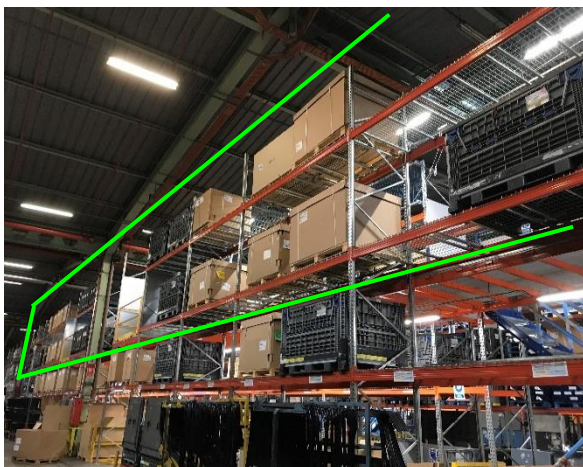


Figura 17. Vista en perspectiva de la estantería “S”, señalando la zona considerada como alternativa para el puesto de secuenciación.

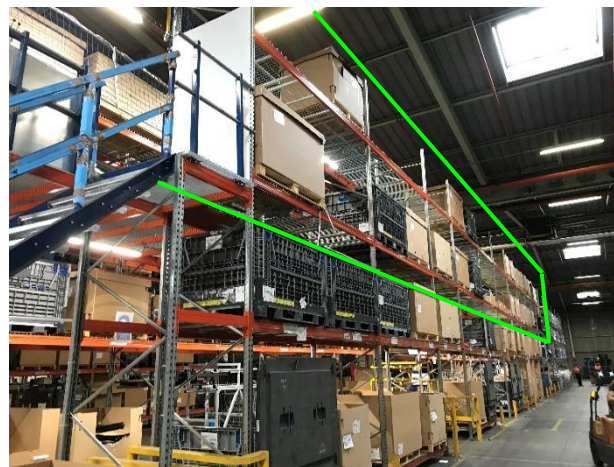


Figura 18. Vista en perspectiva de la estantería “T”, señalando la zona considerada como alternativa para el puesto de secuenciación.

En la Figura 17 y Figura 18, es posible observar las estanterías, que constituirían el puesto de secuenciación, desde una perspectiva exterior. Para poder entender de mejor manera lo que supondría secuenciar en altura, mediante la Figura 19 se puede observar el espacio interior que constituiría la zona de trabajo del operario encargado de la secuenciación. Recordar que para poder desplazarse por esta zona, el operario deberá de respetar las medidas de seguridad y contar con el equipo de trabajo requerido.

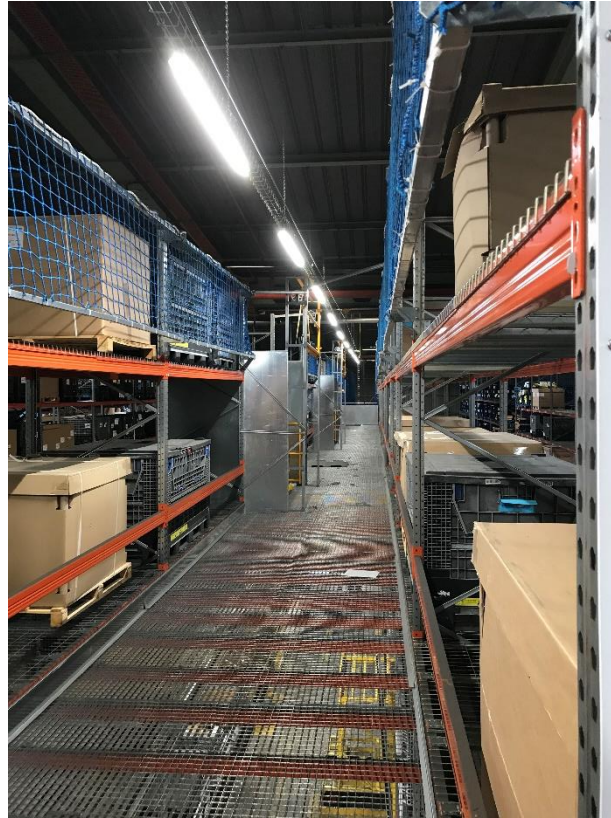


Figura 19. Vista interior del posible puesto de secuenciación. Zona en la que el secuenciador trabajaría adoptando las medidas de seguridad necesarias.

Esta alternativa a puesto de secuenciación estaría compuesta por dos estanterías paralelas y enfrentadas, las cuales se conocerían como estantería “T” y “S”. Esta nomenclatura es la utilizada dentro de la propia empresa para poder organizar todo el espacio dedicado a la secuenciación dentro del Edificio 66.

En un principio, el puesto secuenciación tendría dos alturas disponibles que se corresponderían con la segunda y tercera altura de las estanterías, estando reservadas la altura 0 (a nivel de suelo) y primera altura para el puesto de secuenciación de la familia GUÍAS. Por tanto, el puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO se debería de organizar de manera que una altura sea destinada a las posiciones de *picking* y otra para ubicaciones de excesos. Se debe tener en cuenta que de manera contigua a estos dos puestos de secuenciación, usando también las estanterías “T” y “S”, se encuentran los puestos de secuenciación de las familias FRENO DE MANO y KUGA SACRIFICE PANEL. Ambas familias cuentan con referencias de bajo consumo, con lo cual existiría la posibilidad de usar las ubicaciones de excesos de estas familias si las disponibles en las zonas de secuenciación de PALANCA DE CAMBIO y GUÍAS fueran insuficientes.

En cuanto a la forma de organizar las referencias en las diferentes posiciones de *picking* disponibles, el criterio que se emplearía en la presente alternativa sería: consumo diario de piezas. Es decir, por medio del software interno de Ford España³ y como empleado de Walkerpac, se podría obtener el consumo diario que tiene cada una de las referencias de la familia PALANCA DE CAMBIO. A partir de saber cuántas piezas se consumen de cada referencia al día, sería posible estructurar el puesto de secuenciación de manera que las referencias con un mayor consumo serán las que se encuentren más próximas al carro de secuenciación. Dejando por tanto las posiciones más alejadas para aquellas piezas que tienen un consumo muy bajo.

Entre las ventajas que deben tenerse en consideración para esta posibilidad, a parte del ahorro económico que supondría no tener que afrontar los costes de transportar los carros de secuenciación desde Nave 2 hasta la línea de montaje de Ford, se encuentra el hecho de que se dispondría de un puesto de secuenciación más compacto en el que habría suficientes espacios para albergar todas las referencias que constituyen la familia PALANCA DE CAMBIO. Consiguiendo así optimizar la secuenciación y evitando todas las limitaciones existentes en Nave 2 (como las posiciones de *picking* en altura o el vano ficticio). Además, el hecho de poder ordenar las referencias entorno a los carros de secuenciación en función del número de piezas que se vayan a gastar supondría un avance importante. Es una forma de optimizar el proceso de secuenciación, que ayuda tanto a reducir los tiempos de ejecución en la secuenciación como a disminuir el desgaste físico del operario, y la distribución del material en el puesto de secuenciación.

En cuanto a las desventajas que tendría seleccionar esta alternativa como solución para el puesto de secuenciación, debe destacarse que en el aspecto económico se debería de realizar una inversión inicial para poder modificar la infraestructura actual y acondicionarla para que pudiese actuar como puesto de secuenciación. Además, como ya se ha comentado anteriormente, es posible que las posiciones de excesos resulten escasas para la cantidad de referencias que contiene esta familia estudiada. Aunque, como también se ha dicho, se podrían usar las posiciones de otras familias o incluso dentro de la misma familia PALANCA DE CAMBIO, ceder las posiciones de las referencias con un menor consumo a aquellas con un mayor consumo.

Por otra parte, cabe señalar que los consumos se mantienen un periodo de tiempo, pero la demanda fluctúa y por tanto no se trata de una distribución fija. Habría que revisar la organización del puesto de secuenciación para asegurarse que el puesto cumple con dicho criterio, y realizarse los cambios que fuesen oportunos. Dichas variaciones de consumo normalmente afectan a referencias puntuales, por tanto los cambios suelen afectar a un número reducido de posiciones de *picking*.

³ En el presente proyecto no se incluirán imágenes de las páginas de las cuales se extrae este tipo de información debido a que se trata de un software interno de Ford. Por tanto, contiene información propia de dicha empresa a la que Walkerpac MPL, S.L. tiene acceso como proveedor logístico pero no derecho a su divulgación de manera pública.

ALTERNATIVA 3: IMPLANTAR EL PUESTO DE SECUENCIACIÓN EN EL EDIFICIO 66 USANDO LA INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE. CRITERIO DE DISTRIBUCIÓN: MODELOS.

En este caso es una alternativa que se basa en el mismo principio que la que se ha explicado en el caso anterior. Dicho principio consiste en conseguir que el puesto de secuenciación se instale en el Edificio 66 aprovechando una infraestructura que actualmente está disponible, la cual habría que modificar debido a que actualmente se está empleando para ubicaciones de excesos y como almacén para embalajes características singulares. Se trata del mismo lugar que se ha descrito en la anterior alternativa, situado en altura y entre las estanterías “T” y “S” (se puede observar en la Figura 17, Figura 18 y Figura 19).

Es decir, el movimiento de trasladar el puesto de secuenciación desde Nave 2 hasta el Edificio 66 sería el mismo que en el caso anterior. En ambos casos se estaría utilizando el mismo espacio como solución para el puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO. La diferencia radica en el criterio utilizado para repartir las referencias entre las diferentes posiciones de *picking*, ya que en este caso se emplearía como norma de distribución el modelo de vehículo en el que se monta cada una de las referencias.

Según el criterio basado en el modelo de vehículo, las referencias se organizarían de forma que aquellas que se montan en los modelos de TRIM A (Ford MONDEO, Ford S-MAX, Ford GALAXY y Ford KUGA) serían las que se colocarían entorno al carro de secuenciación de TRIM A. Mientras que las referencias que se suministran a los modelos de TRIM B (Ford CONNECT y Ford KUGA) harían lo propio entorno al carro de secuenciación de TRIM B. Puesto que las referencias que se montan para el modelo Ford KUGA se secuencian en los carros de secuenciación de ambas líneas de TRIM, habría que intentar que las posiciones de *picking* de estas referencias estuvieran de una manera intermedia entre ambos carros. Incluso si fuera necesario, y posible por cuestiones de espacio disponible, se podría duplicar alguna posición de *picking* (es decir, una referencia ocupa dos posiciones distintas por su alto consumo).

En este caso, sí que sería posible obtener la información del software interno de la empresa, como puede observarse en la Figura 20. Pero se debe tener en cuenta que esa información proviene de Ford, por tanto para asegurarnos de una manera más fiable sería necesario consultar de nuevo el software interno de Ford España. A partir de ahí, podría saberse cada referencia a que modelo pertenece.

Referencia	Prefijo	Base	Sufijo	Descripcion	EPW	Almacén	Almacén Secuenciado	Ubicación Picking	Activo	RLT	Modelo	Piezas RLT	Mínimo	Máximo	Zona	Ubicación	Nº bultos estándar	Tipo Picking	Mínimo Picking	EPWP
PALANCA DE CAMBIO																				
AV6R7C453MAG	AV6R	7C453	MAG	PALANCA DE CAMBIOS		Almacén Walker 1	Almacén Walker 1	2B030200	<input checked="" type="checkbox"/>		FLC1210	KUGA	60	33	97					0.3
AV6R7C453MKG	AV6R	7C453	MKG	PALANCA DE CAMBIOS		Almacén Walker 1	Almacén Walker 1	2A010300	<input checked="" type="checkbox"/>		FLC1210	KUGA	60	174	464					0.3
DG987K004D023A6	DG98	7K004	D023A6	PALANCA DE CAMBIOS		Almacén Walker 1	Almacén Walker 1	2C010100	<input checked="" type="checkbox"/>		IMC200HC	MONDEO	36	26	507					1
DG987K004E033A6	DG98	7K004	E033A6	PALANCA DE CAMBIOS		Almacén Walker 1	Almacén Walker 1	2C050100	<input checked="" type="checkbox"/>		IMC200HC	MONDEO	36	4	64					1
DG997K004J033A6	DG99	7K004	J033A6	PALANCA DE CAMBIOS		Almacén Walker 1	Almacén Walker 1	2C030100	<input checked="" type="checkbox"/>		IMC200HC	MONDEO	36	37	345					1
DG997K004K033A6	DG99	7K004	K033A6	PALANCA DE CAMBIOS		Almacén Walker 1	Almacén Walker 1	2C020101	<input checked="" type="checkbox"/>		IMC200HC	MONDEO	36	1	11					1
DG997K004L033A6	DG99	7K004	L033A6	PALANCA DE CAMBIOS		Almacén Walker 1	Almacén Walker 1	2C020201	<input checked="" type="checkbox"/>		IMC200HC	MONDEO	36	0	0					1
DG997K004M033A6	DG99	7K004	M033A6	PALANCA DE CAMBIOS		Almacén Walker 1	Almacén Walker 1	2C040300	<input checked="" type="checkbox"/>		IMC200HC	MONDEO	36	5	95					1
DG987C453MAF	DG98	7C453	MAF	PALANCA DE CAMBIOS		Almacén Walker 1	Almacén Walker 1	2B040300	<input checked="" type="checkbox"/>		FLC1210	MONDEO	42	0	0					0.33
DG987C453MKE	DG98	7C453	MKE	PALANCA DE CAMBIOS		Almacén Walker 1	Almacén Walker 1	2A030100	<input checked="" type="checkbox"/>		FLC1210	MONDEO	42	57	163					0.3
DG987C453MPE	DG98	7C453	MPE	PALANCA DE CAMBIOS		Almacén Walker 1	Almacén Walker 1	2B040100	<input checked="" type="checkbox"/>		FLC1210	MONDEO	42	15	33					0.3
D57P7K004H033A6	D57P	7K004	H033A6	PALANCA DE CAMBIOS		Almacén Walker 1	Almacén Walker 1	2A020300	<input checked="" type="checkbox"/>		IMC200HC	MONDEO	36	66	1003					1
D57P7K004J033A6	D57P	7K004	J033A6	PALANCA DE CAMBIOS		Almacén Walker 1	Almacén Walker 1	2C020200	<input checked="" type="checkbox"/>		IMC200HC	MONDEO	36	22	222					1
E16P7K004FEI2HE	E16P	7K004	FEI2HE	PALANCA DE CAMBIOS		Almacén Walker 1	Almacén Walker 1	PA135001	<input checked="" type="checkbox"/>		IMC190	SMAX	24	3	0					1
E16R7C453KCD	E16R	7C453	KCD	PALANCA DE CAMBIOS		Almacén Walker 1	Almacén Walker 1	2A020200	<input checked="" type="checkbox"/>		FLC1210	MONDEO	42	37	98					0.2

Figura 20. Página de GAWALKER (software interno de la empresa) desde la que es posible consultar el modelo observando la undécima columna (empezando por la izquierda)

Cabe añadir, como información útil para la obtención del modelo de cada referencia y para facilitar la distribución que se está planteando, que el modelo está asociado al prefijo de cada una de las referencias. Por tanto, cada modelo tiene un conjunto de prefijos similares entre sí. Esos conjuntos deberían corresponderse con los que se obtendrían al aplicar el criterio basado en los modelos de vehículo sobre las referencias que constituyen la familia PALANCA DE CAMBIO.

Dentro de las ventajas que se obtendrían al considerar esta alternativa como la solución para el puesto de secuenciación, se debería señalar en primer lugar aquellas que comparten tanto la presente alternativa como la que ha sido explicada anteriormente. Se trata de la reducción de costes económicos en transporte por carretera de los carros de secuenciación, la cual se conseguiría gracias al traslado del puesto de secuenciación a una nave que está de manera contigua a la cadena de montaje en la que se sirven las piezas, y del uso de una infraestructura con una capacidad muy grande para la poder acoger a todas las posiciones de picking disponibles, lo que permitiría hacer más compacto el espacio de trabajo y optimizar el proceso de secuenciado.

Además, realizar una distribución del material en función del modelo en el que se monta cada referencia también aportaría otro tipo de ventajas que deberían tenerse en cuenta.

Por una parte, se conseguiría que entorno a cada carro de secuenciación solamente estuvieran las referencias que se van a montar en ese carro. Es decir, con esta pauta de distribución de las referencias (basada en los modelos de vehículos que montan las piezas) se lograría que el puesto de secuenciación se dividiera en dos zonas: una que suministraría a la línea de TRIM A y otra que aprovisionaría logísticamente a la línea de TRIM B. De manera que cada una de esas zonas tendría su propio carro de secuenciación y sus referencias.

Por otra parte, otra de las ventajas es que en caso de que se produjese un lanzamiento (en el que un modelo se renueva, actualizando y modificando las referencia que hasta ese momento tenía), sería fácil localizar las referencias afectadas y los cambios que debieran realizarse

únicamente se aplicarían en una zona del puesto de secuenciación sin perjudicar o modificar al resto del área de secuenciado.

Esta alternativa también presenta una serie de inconvenientes que deberían considerarse a la hora de decidir la mejor opción para el puesto de secuenciación. En primer lugar, y como ocurría con las ventajas, existen algunos problemas que son comunes a la anterior alternativa. Se trata de la inversión económica inicial que sería necesaria para la puesta a punto del puesto de secuenciación, es decir la estructura existe pero habría que conseguir que estuviese en condiciones óptimas para el secuenciado y eso conllevaría un coste; y de la posible falta de posiciones de excesos debido a que en un principio sólo se contaría con una altura para los excesos de todas las referencias. Ya se ha explicado que se podrían emplear las ubicaciones de excesos de los puestos de secuenciación de otras familias, pero es necesario aclarar que eso no se puede considerar como la solución idónea para este problema, debido a que los bultos de material se reubicarían en ubicaciones que están fuera del puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO. Esto podría generar falta de espacio para excesos de las familias que han sido ocupadas, con lo que se estaría perjudicando a una familia por beneficiar a otra. Además sería más difícil tener controlado (visualmente) el *stock* disponible debido a que este estaría repartido entre varias zonas.

Si se analizan ahora los inconvenientes que surgirían al usar como criterio de distribución el modelo al que pertenece cada una de las referencias, el primero que se debería mencionar es la falta de eficiencia que tendría este método al implementarlo en el proceso de secuenciación. Esto se debe a que este método, centrado en el modelo, se basa en saber relacionar una parte de la referencia (el prefijo concretamente) con el modelo en el que se monta dicha referencia. A partir de conocer y saber aplicar esa información, durante el proceso de secuenciación, el secuenciador sería capaz de relacionar la referencia que le piden con el modelo de vehículo que le corresponde y, por tanto, sabría en que zona del puesto de secuenciación se encontraría la pieza de dicha referencia pedida. Utilizando la propia experiencia personal y laboral en Walkerpack, se puede afirmar que los operarios no dominan ese tipo de información y no sabrían relacionar el prefijo con el modelo de vehículo que monta esa referencia. Los operarios por norma general, que se aplica de igual manera al caso particular de la familia PALANCA DE CAMBIO, tienden a fijarse en los sufijos de las referencias y utilizan sus propios métodos para saber distinguir las diferentes piezas que constituyen. Si bien es cierto que con una formación intensiva se podría conseguir esa capacidad para saber relacionar prefijo con modelo, sería un proceso largo y que habría que reforzar cada cierto tiempo porque las referencias (y por tanto, los prefijos) también se actualizan y se modifican con los nuevos o mejorados modelos que se lanzan al mercado. Es decir, el problema sería que entre los operarios encargados de secuenciar sería complejo poder instaurar la costumbre y el conocimiento necesario para poder saber dónde está una pieza gracias a saber interpretar el prefijo de la referencia.

Además, otro de los problemas derivados de usar este criterio de distribución, es que en el puesto de secuenciación se estaría diferenciando entre dos zonas (TRIM A y TRIM B) de manera que cada zona tendrá sus modelos y por tanto, sus referencias con sus correspondientes posiciones de *picking*. El inconveniente que supondría este tipo de organización está en que, como se ha comentado anteriormente, el modelo Ford KUGA se monta en ambas líneas. Por tanto, debería ocupar una zona intermedia entre ambos carros de secuenciación o bien, duplicar posiciones *picking*. El problema radicaría en que, por un lado, no habría espacio disponible en

el punto intermedio entre los dos carros de secuenciación para albergar a todas las referencias de Ford KUGA y por otro lado, en caso de querer duplicar las referencias de este modelo (de manera que en la zona de secuenciación de TRIM A hubiera unas posiciones de *picking* y en la zona de TRIM B otras posiciones de *picking* con las mismas referencias) se estarían consumiendo la mayoría de las posiciones de *picking* disponibles, y no se respetarían las posiciones necesarias para las referencias de los modelos restantes.

4.2 SISTEMAS DE AYUDA AL OPERARIO Y DE PREVENCIÓN DE ERRORES

En este apartado se debe de analizar las diferentes alternativas que podrían emplearse como sistema dedicado a evitar errores, y al mismo tiempo como elemento dedicado a facilitar la secuenciación para el operario de manera que el proceso resulte más rápido y sencillo. Lo que se pretende conseguir, además de optimizar el proceso de secuenciación, es conseguir un sistema sólido y fiable para la empresa. Es decir, el objetivo es aumentar el rendimiento y al mismo tiempo conseguir un proceso que no admita margen de error (o sea el mínimo posible).

Existen diversos tipos de sistemas *poka-yoke* que pueden resultar útiles si se aplican al caso de la secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO. En concreto, el estudio se centrará en tres tipos de sistemas que son los que mejor se adaptarían. A partir de la combinación, y de modificaciones particulares, de estos sistemas será posible decidir cuál sería el sistema idóneo que debería de implantarse en el puesto de secuenciación. Las tres posibilidades se detallan a continuación:

- Lectura de código de barras: se basa en la lectura del código que lleva la pieza o embalaje, el cual contiene (normalmente) la referencia de dicha pieza o embalaje. Es un método que se usa cuando el objetivo es cerciorarse que la pieza que se ha cogido del embalaje del *picking* realmente coincide con la que pide el sistema. También puede haber casos en los que el código de barras leído contenga otra información, eso dependerá del proceso de secuenciación particular de la familia secuenciada.
- *Pick to light*: se trata de una serie de indicadores luminosos. El funcionamiento consiste en colocarlos en la posición de *picking* de cada una de las referencias, de manera que se encenderá la luz de una posición de *picking* cuando el sistema pida una pieza de la referencia contenida en ese *picking*. Este sistema, de manera usual, se comercializa en forma de pulsador circular, que se enciende por orden del sistema y se apaga cuando el operario lo acciona. Es un sistema *poka-yoke* muy visual y que en muchas ocasiones sirve de gran ayuda para el operario encargado de secuenciar, ya que fijándose en que luz se enciende es posible saber qué referencia debe secuenciarse.
- Combinación de los anteriores: en este caso lo que se pretende conseguir es aprovechar las ventajas de cada uno de los métodos anteriores. En este caso, el sistema se basa en la lectura del código de barras de una determinada pieza para que, en caso de ser realmente una pieza de la referencia pedida, la luz del *pick to light* se apague (sin tener que pulsarlo). Con esto se lograría obtener un sistema *poka-yoke* que por un lado es ayuda visual y por otro nos ayuda a asegurarnos de que la pieza secuenciada es de la referencia que corresponde.

Una vez han sido definidos los diferentes elementos que pueden utilizarse para configurar el sistema de ayuda al operario y prevención de errores, deben estudiarse las diferentes posibilidades que estos ofrecen. Para realizar dicho estudio y analizar qué caso se podría implementar de una manera óptima al puesto de secuenciación de la familia estudiada, se utilizarán dos criterios:

- Tiempo: se trata del parámetro que mide las posibles demoras que podrían producirse por respetar y seguir todos los sistemas *poka-yoke* que se instalen, siendo así necesario reservar un mayor tiempo de ejecución para el proceso de secuenciación.
- Errores: consisten en un parámetro que mide la probabilidad de cometer un error durante el proceso de secuenciación. Es decir, se centra en la capacidad que tiene el sistema *poka-yoke* para evitar posibles errores.

Mediante la evaluación de cada uno de los sistemas que se proponen a continuación, y basando dicha evaluación en los dos parámetros anteriormente definidos, se podrá determinar qué sistema *poka-yoke* sería el que mejor se adapte al puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO.

ALTERNATIVA 0: SISTEMA POKA-YOKE BASADO EN LA LECTURA DEL CÓDIGO PART NUMBER.

Esta primera alternativa se basa en el sistema que actualmente se encuentra vigente en el puesto de secuenciación que hay en Nave 2. Es decir, esta primera posible solución consiste en utilizar el sistema actual sin introducirle ninguna modificación.

Como se ha comentado anteriormente, en el actual puesto de secuenciación no existe sistema *pick to light*. De hecho, es un puesto de secuenciación con un sistema *poka-yoke* basado únicamente en la lectura de código de barras. El proceso consiste en:

- Primero el sistema informático, una vez se ha generado el *report* a nivel de sistema informático interno y el operario ha indicado que va a secuenciar, elabora las etiquetas zebra en las que aparece (como partes fundamentales) parte de la referencia que debe secuenciarse y la posición que debería ocupar en el carro de secuenciación la pieza en cuestión. En la Figura 21 puede observarse algunos ejemplos de dichas etiquetas zebra.



Figura 21. Etiquetas zebra que aparecen en el puesto de secuenciación actual.

- Para empezar a secuenciar y que el sistema muestre la referencia que se le asigna a cada secuencia, el operario debe realizar una lectura de la posición del carro en la que va a introducir la pieza. La lectura se realiza contra el código de barras que hay en cada una de las celdas del carro de secuenciación, como puede observarse en la Figura 22.

El objetivo de este método (la referencia no aparece hasta que no se realiza lectura de la posición y la referencia anterior ya ha sido secuenciada) es que el operario no pueda coger más de una palanca al mismo tiempo.



Figura 22. Vista interior de una celda del carro de secuenciación, en la que puede observarse el código de barra relativo a la posición.

- A continuación, el operario debe observar la referencia que debe secuenciar, la cual aparece en el equipo informático propio del puesto de secuenciación. Una vez sepa la referencia, debe buscar entre las diferentes posiciones de *picking* el embalaje que sea propio de dicha referencia.
- Una vez haya localizado la pieza, el secuenciador deberá realizar una lectura del código de barras correspondiente al *part number* o referencia de la pieza. De esta manera, se demuestra que el operario ha cogido la pieza que corresponde con esa secuencia.

La lectura del código puede realizar sobre la etiqueta que lleva la propia pieza (Figura 23) o bien, en caso de no llevar la pieza ninguna etiqueta, sobre la *odette* del embalaje (Figura 24).



Figura 23. Código part number sobre la etiqueta propia de la pieza.



Figura 24. Código part number sobre la odette del embalaje.

- Una vez el sistema confirma de que se trata de la referencia que realmente se requiere, el secuenciador deberá pegar la etiqueta zebra sobre la pieza para que pueda ser revisada por el infante que Walkerpack tiene contratado en la línea de montaje.
- De nuevo, el operario tendrá que leer la posición de la celda siguiente del carro de secuenciación. El proceso anterior se repetirá hasta que se secuencien todas las referencias contenidas en el *report*.

La instauración de este sistema de ayuda al operario y prevención de errores (que actualmente está vigente) resultaría beneficioso si se tiene en cuenta que los recursos utilizados son escasos y por tanto, la inversión inicial y los gastos de mantenimiento son también reducidos.

Además, una vez el secuenciador tiene cierta experiencia y conoce donde se ubican las posiciones de picking de las referencias con mayor consumo, es un sistema que se adaptaría muy bien a los tiempos de ejecución disponibles para la secuenciación de los *reports* de ambos sistemas. Ya que debido a la sencillez del método, permitiría fluidez al secuenciar las piezas y los carros de secuenciación se prepararían sin demoras de tiempo significativas.

Sin embargo, este sistema también contaría con una serie de inconvenientes que deben de tenerse en consideración. En lo referente al tiempo de ejecución que se ha comentado anteriormente, si bien es cierto que un secuenciador experimentado tiene cierta fluidez porque conoce donde está cada una de las referencias, podría resultar un problema cuando se produjese un cambio en la nomenclatura de dichas referencias o en la distribución de estas o incluso cuando, por algún motivo, hubiera un cambio de secuenciador. En estos casos, el operario se vería obligado a buscar la referencia entre las tres estanterías, pudiéndose generar una demora de tiempo excesiva y perjudicando el ciclo logístico.

Por otra parte, es un sistema ideado para que funcione sin errores teniendo en cuenta que el operario obrará siempre siguiendo las directrices que se le han dado y sin equivocarse. La experiencia obtenida en la empresa indica que esta situación es demasiado idílica y los operarios tienden a falsear o saltarse pasos del procedimiento para poder ahorrar tiempo, de manera que dispongan de un mayor margen para la secuenciación. Si estas malas costumbres

se aplicasen sobre el caso de la secuenciación de la familia estudiada, se detectaría que el sistema *poka-yoke* planteado podría fallar si se tiene en cuenta que una vez que el operario lee el código *part number*, ya no se registraría de ninguna manera lo que el operario hace con la pieza, por tanto no se sabe si colocaría la pieza en la posición que le correspondería. Por tanto, la implantación de esta alternativa conllevaría el aumento de la posibilidad de error y una disminución de la eficiencia del sistema *poka-yoke* diseñado. Debido a que este

ALTERNATIVA 1: SISTEMA POKA-YOKE BASADO EN EL PICK TO LIGHT CON PULSADOR

En esta alternativa se va a introducir un nuevo elemento que ejercería como sustituto de la pistola que se encarga de la lectura de los códigos de barras en la actualidad. Se trata de un sistema *pick to light* que se acciona mediante un pulsador.

El elemento utilizado podría ser del tipo que aparece en la Figura 25, con un pulsador independiente del indicador luminoso, o bien del tipo que aparece en la Figura 26, que se asimila a un botón que se enciende cuando recibe la señal oportuna y se apaga cuando este es pulsado.



Figura 25. *Pick to light con indicador luminoso y pulsador independientes.*



Figura 26. *Pick to light con indicador luminoso y pulsador coincidentes en el mismo elemento*

En esta alternativa el sistema de ayuda al operario y prevención de errores consistiría en el proceso que se presenta a continuación:

- Primero, como en la alternativa anterior, una vez se haya generado el *report* y el operario haya el código interno de la empresa para indicar que va a secuenciar, se imprimirán las etiquetas zebra correspondientes a las piezas que deban secuenciarse. En este caso, debería de configurarse el sistema para que en dicha etiqueta zebra apareciera la referencia de manera completa.
- A continuación, se activará el indicador luminoso de la posición de *picking* que se corresponda con la referencia asignada a la primera secuencia del *report*.

- El secuenciador, una vez haya identificado el embalaje que le corresponde, cogerá una pieza de dicho embalaje y accionará el pulsador del *pick to light* para informar al sistema. Si la referencia es correcta y coincide con la demandada, el indicador luminoso se apagará.
- Con la pieza en la mano, se comprobará que el *part number* de la etiqueta de la pieza (independientemente de que dicha etiqueta lleve código de barras o no, siempre aparece la referencia de la pieza) coincide con el de la etiqueta zebra que le corresponde a esa pieza. Si es así, se le pega la etiqueta zebra a la pieza y se introduce en la posición que le corresponde dentro del carro de secuenciación.
- El indicador luminoso de la siguiente referencia a secuenciar se habrá activado. Por tanto, debe de repetirse el proceso hasta que se hayan secuenciado todas las referencias contenidas en el *report*.

En el caso de que este sistema, que se propone como alternativa para el puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO, se implantase como solución tendría una ventaja muy notable en lo que se refiere al tiempo de ejecución disponible para la secuenciación. Es un proceso muy visual, lo que permitiría encontrar las referencias demandadas con fluidez y sin que el operario tuviera que recordar en que posición se encuentran, y muy dinámico, ya se utilizaría un pulsador para demostrar al sistema que se ha secuenciado la referencia que corresponde. Por tanto, el tiempo dedicado a la secuenciación se reduciría.

Además, se trata de un sistema *poka-yoke* que se adaptaría con facilidad a los cambios o modificaciones que se pudiesen producir en la distribución de las posiciones de *picking*.

Un aspecto que también debería tenerse en cuenta es el aspecto económico. En este caso existe una ambigüedad al tratar este tema. Por un lado, el hecho de tener que instalar y comprar los elementos necesarios para este sistema *poka-yoke* supondría una inversión inicial que podría considerarse como un inconveniente para esta alternativa. Sin embargo, el mantenimiento que debería aplicarse a este sistema es mínimo y modificar el *pick to light* para adaptarlo a renovaciones del *stock* se podría realizar de manera sencilla, por tanto también se podría considerar como una ventaja para esta alternativa.

El sistema *poka-yoke* planteado en esta alternativa también conllevaría ciertas desventajas en caso de instaurarse como la solución idónea para el puesto de secuenciación. La problemática en este caso se centra en la alta probabilidad de fallo que existiría con esta metodología.

Por un lado, el hecho de que únicamente sea necesario accionar el pulsador para informar al sistema de que se ha cogido la pieza que se demanda implica que el operario podría falsear el sistema y saltarse el procedimiento de una manera sencilla. Por ejemplo, si cuando va a coger una pieza se da cuenta de que no queda material en el embalaje, únicamente tendría que pulsar el *pick to light* para poder seguir secuenciando mientras espera que le repongan el material gastado. El problema estaría en que después debería recordar la referencia que había dejado sin secuenciar, un problema que se podría agravar en caso de que realizase la misma acción con diversas piezas.

Por otro lado, con este sistema *poka-yoke* no se tendría constancia en ningún momento de que la pieza se introduzca en la posición que corresponde dentro del carro de secuenciación. El

único indicador que existiría sería la información que aparece en la etiqueta zebra, pero eso no dejaría constancia de que la pieza se ha colocado en la posición que le corresponde. Además, sería el operario el que debería tener en cuenta en todo momento la posición del carro que corresponde a cada pieza. Lo que aumentaría la probabilidad de fallo en el caso de que se falseara el sistema como se ha explicado anteriormente. El hecho de intercambiar posiciones conllevaría un gran problema si no fuese detectado por el infante que hay en la línea de montaje y el carro de secuenciación llegase al punto de uso en Ford, ya que los operarios de Ford no revisan las piezas y no se podría montar la pieza en el vehículo. Lo que conllevaría sanciones para Walkerpack.

ALTERNATIVA 2: SISTEMA *POKA-YOKE* BASADO EN EL *PICK TO LIGHT* CON LECTURA DE CÓDIGO PART NUMBER Y POSICIÓN

Esta alternativa combina los recursos utilizados en las alternativas anteriores, que se basa en el uso tanto del sistema *pick to light* como de la lectura de los códigos de barras. La diferencia principal con el caso anterior radica en que este caso el *pick to light* no se acciona mediante pulsador como ocurría en el caso anterior, sino que lo hace por medio de la lectura del código de barras que corresponde con la referencia que se ha de secuenciar.

Antes de comenzar a explicar la metodología en la que se basa la presente alternativa, se debe aclarar que los elementos utilizados para el sistema *pick to light* podrían ser los mismos que se han propuesto en la alternativa anterior (Figura 25 y Figura 26). Pero se debería anular la opción del pulsador, dejando activa únicamente la parte del indicador luminoso. Se podría instalar elementos diferentes sin ningún problema, el hecho de proponer estos es porque son los utilizados por Walkerpack en el resto de las familias secuenciadas y resultarían más económicos para la empresa.

En este caso, la alternativa que se pretende instalar como sistema *poka-yoke* en el puesto de secuenciación se basa en el siguiente proceso:

- El sistema comenzaría imprimiendo las etiquetas zebra una vez el *report* haya sido generado (a nivel interno y no físicamente como hoja) y el secuenciador haya introducido el código necesario para iniciar la secuenciación. Dichas etiquetas zebra serían iguales a las que se están utilizando en el puesto de secuenciación vigente (Figura 21).
- Lo primero que el secuenciador debería realizar es leer la posición del carro en la que va a introducirse la pieza secuenciada. El código de barras que se utilizaría sería similar al que aparece en la Figura 22.
- Una vez se haya leído la posición del carro de secuenciación, se activarán el indicador luminoso del sistema *pick to light* que se encuentre en la posición de *picking* que se corresponda con la referencia a secuenciar.
- Cuando el secuenciador haya localizado el embalaje y tenga la pieza, se procederá a realizar la lectura del código de barras de la referencia. Habrá casos en los que dicha lectura se hará sobre la propia etiqueta que lleva la pieza (Figura 23) y otros en los que la lectura deberá realizarse sobre la *odette* que lleva el embalaje (Figura 24). Una vez se haya leído el *part number*, el sistema comprueba que lo leído coincide con lo que se

pide. En caso afirmativo, el indicador luminoso se apaga, se le pega la etiqueta zebra a la pieza para que pueda ser revisada por el infante que hay en la línea de montaje de Ford y la pieza se coloca en el carro de secuenciación en la posición que le corresponde.

- El proceso se inicia de nuevo, teniendo que leer el código de barras correspondiente a la siguiente posición del carro de secuenciación. Así se continuará hasta finalizar el *report* y se hayan introducido todas las piezas secuenciadas en el carro de secuenciación.

Si este sistema *poka-yoke*, basado en la metodología anteriormente expuesta, fuese seleccionado como la solución a instaurar en el nuevo puesto de secuenciación tendría una serie de ventajas para la empresa.

En cuanto a los tiempos de ejecución, si bien es cierto que el hecho de tener que leer tanto el código de barras de la referencia como el de la posición del carro de secuenciación supondría un aumento del tiempo necesario para la secuenciación; el hecho de tener un indicador luminoso que señala la posición de *picking* a la que debe acudir el secuenciador agilizaría el secuenciado de las piezas y se conseguiría un proceso más dinámico. Además, ya no sería tan necesario la experiencia del secuenciador para saber dónde se encuentra cada referencia puesto que es más sencillo localizarlas.

En lo que se refiere a la probabilidad de producirse un fallo en la secuenciación, esta se reduciría considerablemente debido al hecho de que tendría que leerse la propia referencia de la pieza a secuenciar y la posición de la celda que debe ocupar dicha pieza. Aunque la posibilidad de falsear seguiría existiendo, en este caso sería más difícil saltarse el proceso (sobre todo en el caso de las palancas con el código de barras en su propia etiqueta).

También se debe recordar que el sistema *pick to light* es fácilmente adaptable a los cambios que se pudiesen producir en la distribución de las posiciones de *picking* o a las modificaciones que puedan sufrir algunas referencias por tratarse de piezas nuevas o renovadas.

Sin embargo, esta alternativa también supondría una serie de problemas para la empresa en caso de usarse como sistema *poka-yoke* del puesto de secuenciación. Además del aumento del tiempo necesario para la secuenciación debido a que debería realizarse la lectura de los códigos de barras, cabe destacar el problema que supondría no tener constancia de lo que se hace con la pieza secuenciada una vez se ha leído el código de barras de la referencia. Es decir, como ya ocurría en alternativas anteriores, no se conocería la celda o lugar en la que la palanca de cambio acabaría colocándose.

Dentro de este grupo de problemas, que surgirían en el caso de que la presente alternativa fuese elegida para ser el sistema *poka-yoke* a instaurar, también debería incluirse la inversión inicial que debería realizarse para instalar la infraestructura y recursos necesarios en el puesto de secuenciación. En este caso, el coste sería mayor que en las alternativas anteriores debido a que el presente sistema consta de una mayor complejidad técnica y requiere el uso de una serie de recursos que habría que adquirir.

ALTERNATIVA 3: SISTEMA POKA-YOKE BASADO EN EL PICK TO LIGHT CON PULSADOR Y LECTURA DE CÓDIGO PART NUMBER JUNTO CON LA POSICIÓN

Esta alternativa se basa en la combinación de dos elementos, que podrían ser utilizados de manera individual como *poka-yoke*, para crear un único sistema de ayuda al operario y prevención de errores. Es decir, este sistema requiere tanto del sistema *pick to light* con accionamiento por pulsador como de la lectura de códigos de barras (tanto de la referencia como de la posición del carro de secuenciación). La manera en la que se utiliza cada uno de ellos y la utilidad que se pretende obtener es lo que caracteriza a esta alternativa.

Cabe señalar que, como ya ocurría en la alternativa interior, los recursos o elementos utilizados para el sistema *pick to light* pueden ser similares a los que aparecen la Figura 25 y Figura 26. No es una obligación que sean del mismo tipo, pero se sigue optando por esta opción debido a que son los que utiliza Walkerpack cuando decide instalar un sistema *pick to light* en alguna de las familias que secuencia. Por tanto, se podría conseguir rentabilidad en su adquisición. Sin embargo, cualquier otro elemento que cumpliera con la misma función podría ser utilizado de manera idéntica.

En lo que se refiere a la presente alternativa como sistema de ayuda al operario y prevención de errores que se pretende instalar en el puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO, se basa en el proceso que se detalla a continuación:

- En primer lugar, y de manera similar al resto de alternativas que se han propuesto, se imprimirán las etiquetas zebra una vez el *report* se haya generado en el sistema de la empresa y el operario haya introducido el código interno para comenzar la secuenciación. Estas etiquetas zebras serán similares a las que se utilizan en la actualidad (Figura 21), pero en este caso deberá aparecer la referencia al completo en lugar de únicamente una parte.
- Una vez el operario disponga de las etiquetas zebra, debe comenzar a secuenciar las piezas. Lo primero que ocurre es que se enciende el indicador luminoso del *pick to light* instalado en la posición de *picking* que contiene la referencia que se debe secuenciar.
- Una vez localizada la posición de *picking*, se accionará el pulsador del *pick to light* para desactivar el indicador luminoso y se cogerá una pieza del embalaje.
- Dicha pieza se llevará hasta el carro de secuenciación y se colocará en la posición que le corresponde siguiendo un orden lógico. Pero antes de introducirla en la celda que le corresponde, se le pegará la etiqueta zebra comprobando que coinciden la referencia que hay en la propia etiqueta de la pieza y la que aparece en la etiqueta zebra que se le pone a dicha pieza.
- A continuación, se buscará la posición de *picking* de la siguiente referencia que se debe secuenciar y se repetirá el proceso hasta que se secuencien todas las piezas que constituyen el *report*.

- En este momento, el sistema informático del puesto de secuenciación volverá al inicio del *report*. El operario deberá leer el código de barras correspondiente a la posición del carro (similar al de la Figura 22) y acto seguido deberá leer el código de barras relativo a la referencia de la pieza que se encuentra en dicha posición del carro de secuenciación. En los casos en los que la pieza tiene dicho código de barras en la etiqueta del fabricante (Figura 23), la lectura de la referencia se realizará sobre la propia etiqueta del fabricante. Mientras que en aquellos casos en los que la pieza no cuenta con el código de barras en la etiqueta del proveedor, se leerá un código de barras alternativo que el sistema considere como válido para saltar a la posición siguiente. Además, en este tipo de palancas, el secuenciador deberá marcar la etiqueta zebra que se le ha puesto para demostrar que ha comprobado que las referencias coinciden como se ha explicado anteriormente.

Cabe señalar que el código de barras alternativo se puede ubicar en el soporte del propio carro de secuenciación o en la infraestructura del puesto de secuenciación. Lo importante es que esté cerca del carro de secuenciación para que el operario pueda leerlo con facilidad.

- El operario repetirá el proceso, siguiendo un orden lógico y alternando sucesivamente la lectura del código de barras relativo a la posición con la lectura del código de barras que se corresponde con la referencia (o código alternativo en su defecto). Esto seguirá hasta que se hayan comprobado todas las posiciones del carro de secuenciación y por tanto, se complete el *report*.

En el supuesto de que esta alternativa fuese instalada en el puesto de secuenciación, existirían una serie de ventajas que mejorarían el servicio logístico que ofrece Walkerpack con la familia PALANCA DE CAMBIO.

Por una parte, la probabilidad de error se reduciría considerablemente gracias a la combinación de tres sistemas *poka-yoke*. Es un sistema ideado para que el operario tenga en todo momento claro que pieza es la que va a secuenciar. Primero, el indicador *pick to light* le indicaría la posición de *picking* a la que debe acudir. Segundo, la etiqueta zebra le permitiría comprobar que la pieza cogida realmente corresponde a la referencia pedida. Y tercero, la lectura de códigos de barras (y la marca de las etiquetas zebra) serviría para revisar que cada pieza ha sido colocada en la posición del carro de secuenciación que le corresponde. Es decir, se conseguiría un proceso de secuenciación muy rígido y compacto en el que difícilmente se podrían producir errores y sería muy complejo falsear referencias para el secuenciador, ya que en la lectura de códigos de barras que se realiza al final es necesario que la pieza se encuentre en la celda que le corresponde. Además, el punto de fuga que podría suponer el hecho de que algunas referencias no cuentan con código de barras en la etiqueta del fabricante, se solventaría con la marca en las etiquetas zebra. Este método basa su fiabilidad en que el operario se ve obligado a dar su aprobación personal, lo cual implica que dicho operario se asegure de que realmente las referencias coinciden y no haya error.

Por otro parte, se trata de un sistema que es fácilmente adaptable tanto a cambios en la distribución de las referencias, como a modificaciones que se pudieran producir en dichas referencias. Sería necesario cambiar la configuración del sistema informático, pero eso no se consideraría un problema si se compara con los beneficios que se obtendrían cuando dicho

sistema informático esté activo. Cabe señalar que cuando se menciona el sistema informático se incluyen todos aquellos sistemas y recursos empleados para la secuenciación, como son el *pick to light*, sistema de lectura de códigos de barras y software interno de la empresa.

Sin embargo, este sistema también conllevaría ciertos problemas que deberían de tenerse en consideración en el caso de que esta alternativa fuese empleada como solución en el puesto de secuenciación.

Por un lado, los tiempos de ejecución necesarios para la secuenciación aumentarían. Si bien es cierto que el sistema *pick to light* con pulsador ayudaría al secuenciador a completar el carro de secuenciación de una manera más rápida, el hecho de tener que comprobar que las referencias de las etiquetas coincidan y la posterior lectura de códigos de barras aumentarían el tiempo necesario. Por tanto, se debería de disponer de un tiempo de ejecución para el proceso de secuenciación que fuese lo suficientemente elevado como para no perjudicar al resto de procesos del ciclo logístico. Sería necesario tener certeza de que se dispone del tiempo necesario antes de instaurar definitivamente esta alternativa como solución.

Por otro lado, el sistema planteado en esta alternativa conllevaría el uso de unos recursos que habría que adquirir y la instalación de una infraestructura que pudiera adaptarse a las características del puesto de secuenciación. Esto se traduce en la necesidad de realizar una inversión económica considerable para que se pudiera llevar a cabo la metodología propuesta anteriormente. Por tanto, habría que estar seguros de que esta alternativa es lo suficientemente rentable como para justificar la inversión inicial.

5. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Una vez se ha realizado el estudio de las diferentes alternativas posibles para llevar a cabo el presente proyecto, y tras haber analizado las ventajas y desventajas que supondría cada una de dichas alternativas, se puede definir la solución que supondría una mejora en el servicio logístico que Walkerpack ofrece a Ford España.

La solución se basaría en instalar el puesto de secuenciación en el Edificio 66 aprovechando el hueco disponible, en altura, comprendido entre la estantería “T” y la estantería “S”. Es decir, se trasladaría el puesto de secuenciación desde Nave 2 a una nave situada dentro del complejo industrial de Ford España. En cuanto al sistema de ayuda al operario y prevención de errores, la opción seleccionada es el combinar tres sistemas *poka-yoke* con un objetivo común. Dicho tres sistemas serían: *pick to light*, etiquetas zebra y lectura de códigos de barra.

Entre las diferentes alternativas propuestas, con las cuales se podrían formular hasta 16 posibles combinaciones que serían consideradas como solución para el presente proyecto, se ha decidido seleccionar la Alternativa 2 para el puesto de secuenciación y la Alternativa 3 para el sistema de ayuda al operario y prevención de errores.

Para entender la distribución del puesto de secuenciación, en la Figura 27 se muestran una representación esquematizada (mediante una vista en planta) de la estructura de dicho puesto de secuenciación. En dicha Figura 27 es posible observar los diferentes vanos y posiciones disponibles.

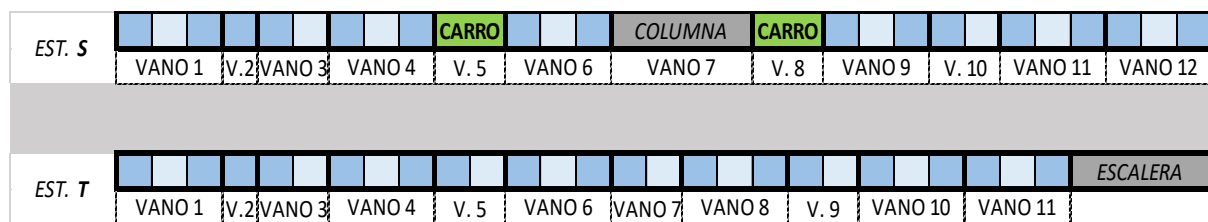


Figura 27. Vista en planta esquematizada del puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO en el Edificio 66.

El puesto de secuenciación, en el caso de llevarse a cabo la propuesta realizada en el presente proyecto, tendría una distribución como la que se muestra en la Figura 28 y en la Figura 29.

Ambas figuras se han dividido en dos partes, ya que aunque son partes contiguas y en la realidad la estantería está unida formando una única pieza, por cuestiones de resolución en la imagen se ha decidido mostrar de la manera que aparece a continuación.

ESTANTERÍA S



Figura 28.1 Representación, mediante una vista frontal, de la estantería "S" (Vanos del 1 al 6) del puesto de secuenciación en Nave 2. Distribución de referencias en picking y ubicaciones de excesos.

ESTANTERÍA S

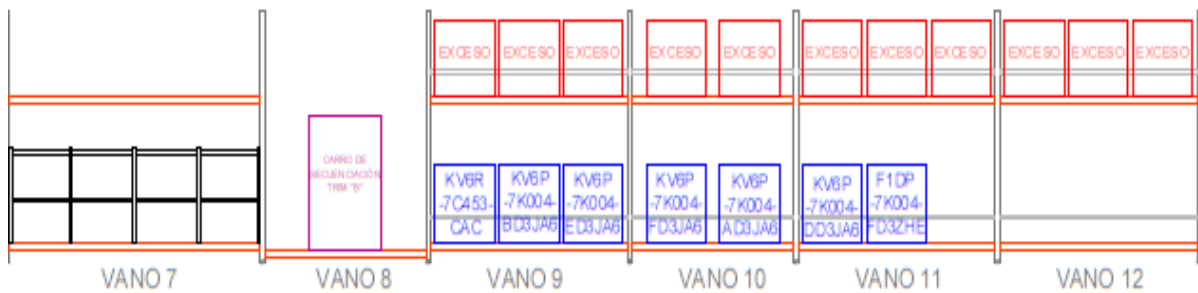


Figura 28.2 Representación, mediante una vista frontal, de la estantería "S" (Vanos del 7 al 12) del puesto de secuenciación en Nave 2. Distribución de referencias en picking y ubicaciones de excesos.

ESTANTERÍA T

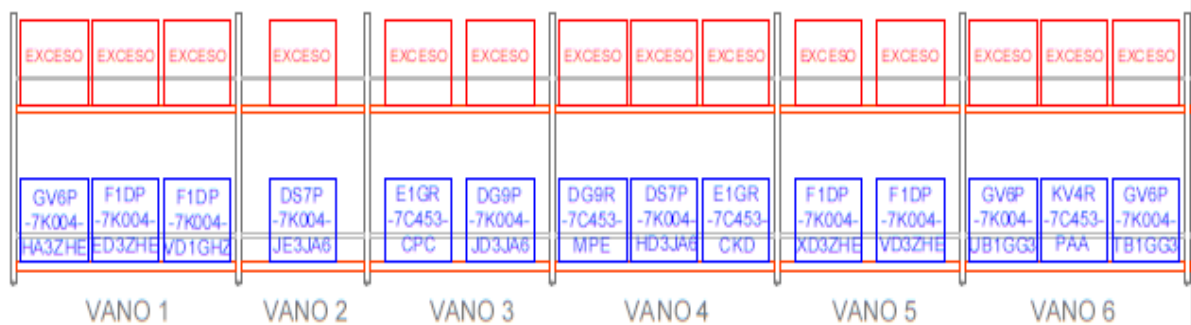


Figura 29.1 Representación, mediante una vista frontal, de la estantería "T" (Vanos del 1 al 6) del puesto de secuenciación en Nave 2. Distribución de referencias en picking y ubicaciones de excesos.

ESTANTERÍA T

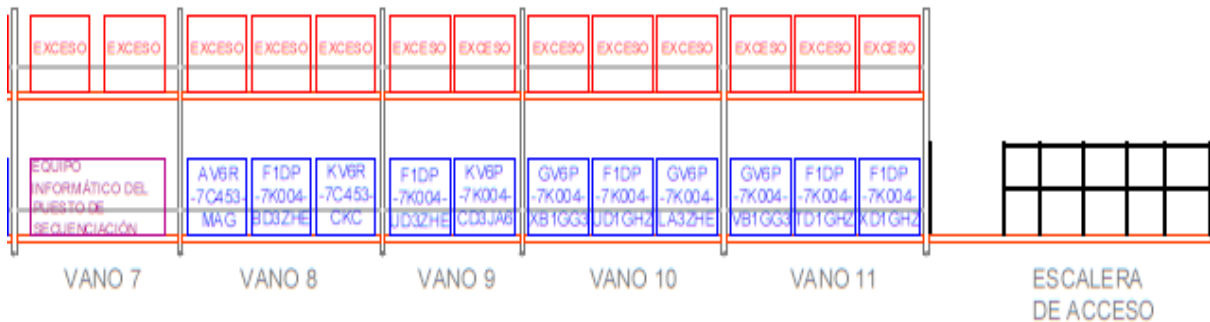


Figura 29.2 Representación, mediante una vista frontal, de la estantería “T” (Vanos del 7 al 12) del puesto de secuenciación en Nave 2. Distribución de referencias en picking y ubicaciones de excesos.

En cuanto al sistema de ayuda al operario y prevención de errores, el sistema *pick to light* se utilizaría en todas las posiciones de *picking* además de dos que se instalaría para tener dos posiciones dedicadas a uso particulares o puntuales, o como posición de reserva por si alguna fallase. En total serían 45 pulsadores con indicador luminoso, además del sistema Syncro PLC que se instalaría en la cabecera de la estantería.

La modificación en las etiquetas zebra se debería realizar que apareciese la referencia completa que se debe de secuenciar, en lugar de parte de ella como aparece en la actualidad. Y, en el caso de la lectura de código de barras, la empresa ya cuenta con el sistema. Por tanto, habría que instalar el sistema de lectura y reconocimiento en el nuevo puesto de secuenciación pudiéndose reciclar el que se utiliza actualmente en Nave 2.

6. JUSTIFICACIÓN DETALLADA DE LA SOLUCIÓN

En el apartado anterior se ha definido como solución, para el aprovisionamiento logístico de la familia PALANCA DE CAMBIO a la línea de montaje de Ford España, el traslado del puesto de secuenciación desde Nave 2 hasta el Edificio 66. Concretamente, estaría situado en el espacio disponible comprendido entre la estantería “S” y la estantería “T”. Además, el criterio empleado para la distribución de las referencias en las diferentes posiciones de *picking* disponibles es el de consumos diarios de pieza.

Como parte de la solución, también se ha decidido instalar un nuevo sistema de ayuda al operario y prevención de errores en el que se combinan diversos sistemas *poka-yoke*. Dicho sistema empleará el *pick to light* para la localización de referencias, las etiquetas zebra para la comprobación de que la pieza que se va a secuenciar sea la correcta y la lectura de códigos de barra para comprobar que las piezas están en las posiciones del carro de secuenciación que les corresponden.

En este apartado se desarrollarán las diferentes características que definen de manera completa la solución adaptada, justificando las diversas decisiones que se han tomado y demostrando la viabilidad de la opción elegida como solución para el presente proyecto.

6.1 OBTENCIÓN DE DATOS

Para poder desarrollar la justificación de la solución adoptada en el presente proyecto, se ha hecho uso de una serie de datos proporcionados por Walkerpack. En ese archivo se contenían los datos relativos a la secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO durante varios días de producción.

El archivo completo se obtiene a partir de la base de datos de la empresa, aunque el conjunto de datos que contenía ha sido tratado para facilitar su manejo y aparecen representados en la Tabla 2.

Cabe señalar, y destacar, que dicha Tabla 2 es obtenida a partir de los datos proporcionados directamente por Walkerpack y por tanto, es la que se utilizará para los diversos cálculos y operaciones que sean necesarios durante el desarrollo del presente apartado.

Tabla 2. Datos relativos a la secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO.

<i>Línea Trim</i>	<i>Turno</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nº Carro</i>	<i>Tiempo secuenciación (s)</i>
A	NOCHE	25/07/2018	1	705
B	NOCHE	25/07/2018	1	901
A	NOCHE	25/07/2018	2	731
B	NOCHE	25/07/2018	2	1135
A	NOCHE	25/07/2018	3	718
B	NOCHE	25/07/2018	3	927
A	NOCHE	25/07/2018	4	686
A	NOCHE	25/07/2018	5	770
B	NOCHE	25/07/2018	4	1128
A	NOCHE	25/07/2018	6	816
A	MAÑANA	25/07/2018	1	977

B	MAÑANA	25/07/2018	1	1115
A	MAÑANA	25/07/2018	2	1141
B	MAÑANA	25/07/2018	2	977
A	MAÑANA	25/07/2018	3	780
B	MAÑANA	25/07/2018	3	988
A	MAÑANA	25/07/2018	4	826
A	MAÑANA	25/07/2018	5	814
B	MAÑANA	25/07/2018	4	1873
A	MAÑANA	25/07/2018	6	1665
B	MAÑANA	25/07/2018	5	2803
A	MAÑANA	25/07/2018	7	912
B	MAÑANA	25/07/2018	6	931
A	TARDE	25/07/2018	1	1049
A	TARDE	25/07/2018	2	1327
B	TARDE	25/07/2018	1	1575
A	TARDE	25/07/2018	3	1646
B	TARDE	25/07/2018	2	2160
A	TARDE	25/07/2018	4	920
A	TARDE	25/07/2018	5	1875
B	TARDE	25/07/2018	3	1582
A	TARDE	25/07/2018	6	1114
B	TARDE	25/07/2018	4	1555
A	TARDE	25/07/2018	7	1385
B	TARDE	25/07/2018	5	2010
A	TARDE	25/07/2018	8	1220
B	NOCHE	25/07/2018	1	1019
A	NOCHE	25/07/2018	1	838
A	NOCHE	25/07/2018	2	949
B	NOCHE	25/07/2018	2	1201
A	NOCHE	26/07/2018	3	1016
B	NOCHE	26/07/2018	3	795
A	NOCHE	26/07/2018	4	562
A	NOCHE	26/07/2018	5	757
B	NOCHE	26/07/2018	4	949
A	NOCHE	26/07/2018	6	617
B	NOCHE	26/07/2018	5	826
A	NOCHE	26/07/2018	7	912
A	NOCHE	26/07/2018	8	904
B	MAÑANA	26/07/2018	1	1090
A	MAÑANA	26/07/2018	1	620
B	MAÑANA	26/07/2018	2	2086
A	MAÑANA	26/07/2018	2	764
A	MAÑANA	26/07/2018	3	696
B	MAÑANA	26/07/2018	3	1538
A	MAÑANA	26/07/2018	4	958
A	MAÑANA	26/07/2018	5	841

B	MAÑANA	26/07/2018	4	1306
A	MAÑANA	26/07/2018	6	981
B	MAÑANA	26/07/2018	5	1144
A	MAÑANA	26/07/2018	7	1056
B	TARDE	26/07/2018	1	1300
A	TARDE	26/07/2018	1	1135
B	TARDE	26/07/2018	2	1996
A	TARDE	26/07/2018	2	987
A	TARDE	26/07/2018	3	1561
B	TARDE	26/07/2018	3	2593
A	TARDE	26/07/2018	4	949
B	TARDE	26/07/2018	4	1392
A	TARDE	26/07/2018	5	1177
A	TARDE	26/07/2018	6	1261
B	TARDE	26/07/2018	5	1426
A	TARDE	26/07/2018	7	1634
B	TARDE	26/07/2018	6	1649
A	NOCHE	26/07/2018	1	553
A	NOCHE	26/07/2018	2	809
B	NOCHE	26/07/2018	1	1048
A	NOCHE	26/07/2018	3	589
B	NOCHE	27/07/2018	2	867
A	NOCHE	27/07/2018	4	701
B	NOCHE	27/07/2018	3	833
A	NOCHE	27/07/2018	5	563
B	NOCHE	27/07/2018	4	917
A	NOCHE	27/07/2018	6	799
A	NOCHE	27/07/2018	7	643
B	NOCHE	27/07/2018	5	1094
A	NOCHE	27/07/2018	8	728
B	MAÑANA	27/07/2018	1	1152
A	MAÑANA	27/07/2018	1	682
A	MAÑANA	27/07/2018	2	902
B	MAÑANA	27/07/2018	2	1376
A	MAÑANA	27/07/2018	3	699
B	MAÑANA	27/07/2018	3	1646
A	MAÑANA	27/07/2018	4	650
A	MAÑANA	27/07/2018	5	722
B	MAÑANA	27/07/2018	4	1273
A	MAÑANA	27/07/2018	6	1246
B	MAÑANA	27/07/2018	5	984
A	MAÑANA	27/07/2018	7	703
A	MAÑANA	27/07/2018	8	802
B	TARDE	27/07/2018	1	2169
A	TARDE	27/07/2018	1	1138
B	TARDE	27/07/2018	2	1531

A	TARDE	27/07/2018	2	1489
B	TARDE	27/07/2018	3	2235
A	TARDE	27/07/2018	3	1266
A	TARDE	27/07/2018	4	1028
B	TARDE	27/07/2018	4	2331
A	TARDE	27/07/2018	5	1074
B	TARDE	27/07/2018	5	1454

6.2 RENTABILIDAD ECONÓMICA

Una de las causas principales que motivaron la realización del presente proyecto es el gasto que supone en la actualidad el transporte por carretera de los carros de secuenciación. Dichos carros son secuenciados en Nave 2 y deben de transportarse hasta el punto de uso en la línea de montaje de Ford España.

Para hacer llegar el carro de secuenciación hasta el *POF* que le corresponde, en la actualidad, se debe transportar por carretera dicho carro desde Nave 2 hasta el *Canopy* (el cual se encuentra dentro de las instalaciones de Ford España) usando un camión o furgoneta. Desde el *Canopy* hasta el punto de uso en línea se utiliza una remolcadora eléctrica y este es un gasto necesario. La separación existente entre Nave 2 y el *Canopy* se puede observar en la Figura 30 que se expone a continuación, en la cual cabe señalar que Nave 2 estaría dentro del complejo definido como “WALKERPACK MPL, S.L.”



Figura 30. Vista en altura de la localización de las instalaciones implicadas en el transporte por carretera de los carros de secuenciación. Fuente: Google Earth.

En el caso de que Walkerpack decidiese implantar la solución planteada en el presente proyecto, el puesto de secuenciación estaría situado dentro del complejo industrial de Ford España. Por tanto, el transporte por carretera ya no sería necesario y se evitaría el gasto que dicho desplazamiento supone para la empresa.

Para poder calcular la cantidad que la empresa se ahorraría, en el caso de que se cambiase la manera en que se aprovisiona logísticamente a la cadena de montaje de Ford España en favor de la solución planteada en el presente proyecto, deberán tenerse en cuenta una serie de datos que se exponen en la Tabla 3.

Tabla 3. Datos para el estudio del gasto por el transporte de los carros de secuenciación.

PARÁMETRO	NOMENCLATURA	UNIDAD	VALOR
Carros secuenciados en cada turno	C.T.	carros/turno	13
Distancia del desplazamiento	DIST.	Km/viaje	1.109
Días de producción en Ford	PROD.	día/año	220
Precio combustible	COSTE COMB.	euros/litro	0.809
Consumo Nissan Atleo	CONS. NISSAN	litro/100 Km	14.4
Consumo Mitsubishi Fuso	CONS. MITSUBISHI	litro/100 Km	19.175

Los datos expuestos en la Tabla 3 han sido obtenidos mediante el uso de diferentes recursos. La fuente u origen de cada uno de ellos se explica a continuación.

- Carros secuenciados en cada turno: se obtiene a partir del tratamiento de los datos expuestos en la Tabla 2. Lo que se ha realizado es seleccionar los datos relativos a dos días de producción completos y se ha calculado cuantos carros se secuenciaban en cada uno de los turnos, teniendo en cuenta tanto los carros de secuenciación de TRIM A como los carros de secuenciación de TRIM B.

Teniendo en cuenta que para obtener un día de producción se deben utilizar los datos de tres turnos completos consecutivos (mañana, tarde y noche), se muestran los datos relativos a los días 25-26/07/2018 (Tabla 4) y 26-27/07/2018 (Tabla 5).

Tabla 4. Datos producción de carros secuenciados 25-26/07/2018

Turno	Fecha	Nº Carros
MAÑANA	25-26/07/2018	13
TARDE		13
NOCHE		13

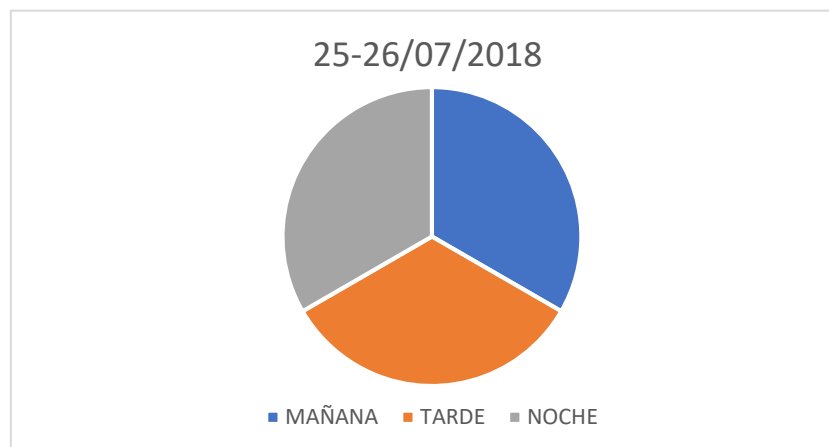


Figura 31. Datos producción de carros secuenciados 25-26/07/2018

Tabla 5. Datos producción de carros secuenciados 26-27/07/2018

Turno	Fecha	Nº Carros
MAÑANA	26-27/07/2018	12
TARDE		13
NOCHE		13

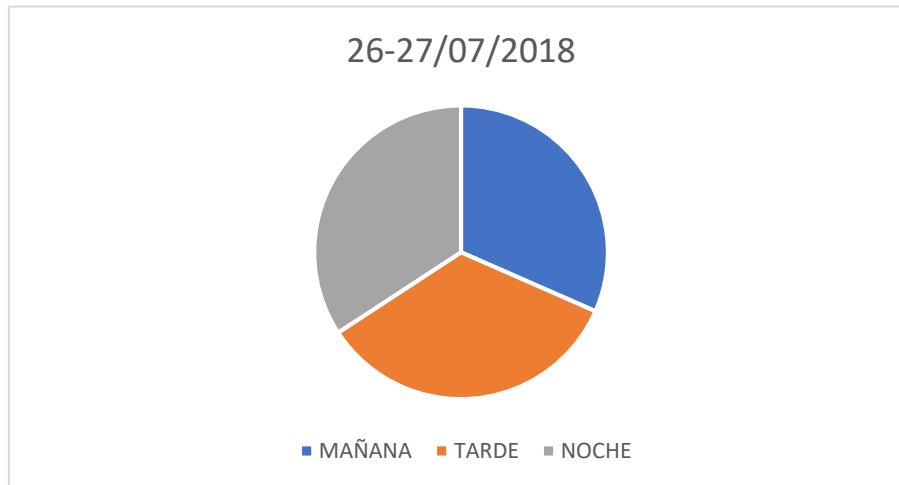


Figura 32. Datos producción de carros secuenciados 25-26/07/2018

Mediante los datos anteriores, y apoyándose en los recursos visuales aportados mediante la Figura 31 y Figura 32, se puede deducir y establecer como dato representativo que en cada turno se producen en torno a 13 carros de secuenciación teniendo en cuenta ambos sistemas.

- Distancia del desplazamiento: este parámetro se refiere al trayecto (por carretera) que debe realizar cada camión cuando transporta el carro de secuenciación desde Nave 2 hasta el *Canopy* o viceversa. Para poder medir dicha distancia se ha hecho uso de determinados recursos informáticos, como se puede observar en la Figura 33.

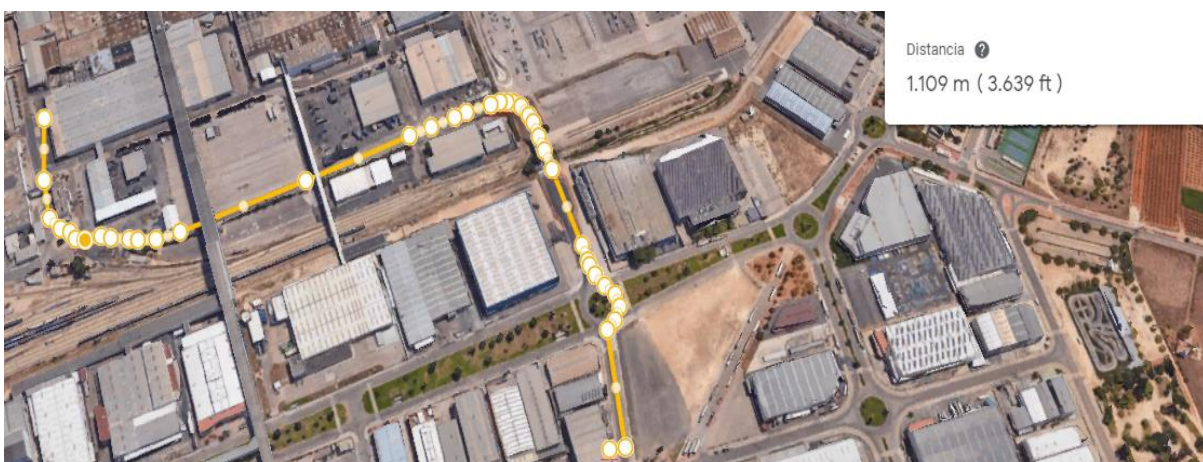


Figura 33. Distancia recorrida en el trayecto comprendido entre Nave 2 y el *Canopy*.

Fuente: Google Earth

- Días de producción en Ford: se obtiene a partir de consultar el calendario laboral de Ford España para el año en curso (2018). Seleccionando únicamente aquellos días que se consideran como laborables y por tanto, habrá producción y demanda del servicio logístico.
- Precio del combustible: se obtiene a partir de la observación diaria del coste asignado por la estación de servicio en la que Walkerpack reposta todos sus vehículos, fijándose siempre en el valor asignado al combustible que utilizan los camiones que transportan los carros de secuenciación. Los datos de dicha estación de servicio son los siguientes:

“GASOLINERA COAGAL”. C/ Tramuntana, nº 9, Polígono Industrial Juan Carlos I, Almusafes (Comunidad Valenciana), CP:46440.
- Consumo Nissan Atleo: se trata del consumo urbano que tiene uno de los dos tipos de furgonetas que se emplean en la empresa para el transporte de los carros de secuenciación. El dato ha sido obtenido mediante una estimación en base a la información encontrada sobre este modelo y otros similares.
- Consumo Mitsubishi Fuso: se trata del consumo urbano que tiene el otro de los modelos de furgonetas que se emplean en la empresa para el transporte de los carros de secuenciación. El dato ha sido obtenido, como en el caso anterior, mediante una estimación basada en la información existente acerca de este modelo y otros similares.

Una vez se han definido los diferentes conceptos que se han utilizado para estudiar el gasto económico que produce el transporte de los carros de secuenciación, es posible exponer los resultados que se han obtenido mediante la combinación de los anteriores. Dichos resultados, así como las magnitudes a las que corresponden aparecen reflejados en la Tabla 6.

Tabla 6. Coste anual del transporte de los carros de secuenciación.

PARÁMETRO	NOMENCLATURA	UNIDAD	VALOR
Viajes realizados en cada turno	V.T.	viajes/turno	26
Viajes realizados en un día	V.D.	viajes/día	78
Distancia recorrida diariamente	DIST. DIARIA	Km/día	86.502
Distancia recorrida anualmente	DIST. ANUAL	Km/año	19030.44
Consumo Camión (genérico)	CONS. CAMIÓN	litro/100 Km	16.7875
Consumo anual de combustible	CONS. ANUAL	litro/año	3194.735
Gasto económico para Walkerpack	COSTE	euros/año	2584.54

Cada una de las magnitudes de la Tabla 6 se puede calcular a partir de operaciones realizadas con las magnitudes reflejadas en la Tabla 3. Dichas operaciones se muestran en las ecuaciones planteadas a continuación.

- Viajes realizados en cada turno se puede calcular a partir de la ecuación 3, teniendo en cuenta que cada carro de secuenciación debe ir de Nave 2 al *Canopy* y volver.

$$V.T. = C.T. * 2 \quad (3)$$

- Viajes realizados en un día se calcula mediante la ecuación 4, teniendo en cuenta que cada día de producción se compone de tres turnos: mañana, tarde y noche.

$$V.D. = V.T. * 3 \quad (4)$$

- Distancia recorrida diariamente se calcula mediante la ecuación 5.

$$DIST.DIARIA = DIST. * V.D. \quad (5)$$

- Distancia recorrida anualmente se calcula mediante la ecuación 6.

$$DIST.ANUAL = DIST.DIARIA * PROD. \quad (6)$$

- Consumo camión (genérico) se calcula mediante la ecuación 7, teniendo en cuenta que es una estimación obtenida a partir de los dos modelos de camión utilizados en la empresa.

$$CONS.CAMIÓN = (CONS.NISSAN + CONS.MITSUBISHI)/2 \quad (7)$$

- Consumo anual de combustible se calcula mediante la ecuación 8.

$$CONS.ANUAL = CONS.CAMIÓN * DIST.ANUAL \quad (8)$$

- Gasto económico para Walkerpack se obtiene a partir de la ecuación 9, teniendo en cuenta que esta magnitud es la que indica el coste del transporte de los carros de secuenciación entre naves.

$$COSTE = CONS.ANUAL * COSTE COMB. \quad (9)$$

Aplicando las expresiones anteriores, se puede calcular el gasto que actualmente supone para Walkerpack el transporte por carretera de los carros de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO. El resultado obtenido es un coste de 2584.54 euros anuales.

En caso de que la opción planteada en el presente proyecto se implantase, dicha cantidad sería la que se ahorraría la empresa cada año. Es decir, la opción de llevar el puesto de secuenciación al Edificio 66 conllevaría consigo un ahorro anual que se convertiría, a largo plazo, en una rentabilidad económica de la que la empresa se beneficiaría.

6.3 SISTEMA DE AYUDA AL OPERARIO Y PREVENCIÓN DE ERRORES

Para cumplir con esta función, de las diferentes alternativas que se plantearon al realizarse el estudio pertinente, se ha decidido seleccionar aquella que utiliza como *poka-yokes* tres elementos combinados. Se correspondería con la que se planteó como alternativa 3. La alternativa planteada como alternativa 2 también podría haberse seleccionado por ser un proceso más rápido y sencillo.

Sin embargo, el hecho de que la alternativa 3 ofrezca un sistema muy rígido, en el que la probabilidad de fallo se reduce al mínimo posible, y además tiene un tiempo de ejecución para la secuenciación similar al de la actualidad, es lo que ha hecho que esta alternativa se seleccione como la idónea para la propuesta de mejora en el puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO.

Dicha alternativa emplea un sistema *pick to light* con accionamiento por pulsador para, por una parte, poder localizar la posición de *picking* en la que se encuentra la referencia demandada gracias al indicador luminoso y, por otra parte, indicar al sistema que la pieza demandada ha sido cogida del embalaje mediante el accionamiento del pulsador. Este sistema debe de contar con un sistema Syncro PLC que se encargue de recibir las órdenes de secuenciación y las traduzca a dicho sistema *pick to light* y al revés, que también pueda informar al sistema de lo que el operario está realizando durante la secuenciación. Para la instalación de este sistema, junto con los diferentes recursos necesarios como los pulsadores con indicador luminoso, el cableado eléctrico o los soportes para el material, se haría uso de una empresa externa conocida “PROCESOS SERVICIOS Y SUBCONTRATACIONES SL” (comúnmente conocida como *Proses Ingeniería*). Esta empresa se encarga de la instalación de este sistema *pick to light* en el puesto de secuenciación, presupuestando el coste en función del número de elementos o pulsadores con indicador luminoso que se quiera poner. En este caso se contaría con 45 elementos para el *pick to light*, 43 serían para las diferentes posiciones de *picking* que tienen asignada una referencia y 2 para posiciones que puedan utilizarse para usos puntuales o como reserva. Cabe destacar que, aunque dicha empresa se encarga de los recursos materiales del sistema *pick to light*, el Syncro PLC (y las tarjetas entrada/salida que fuesen necesarias) deberían de adquirirse de manera paralela.

Este sistema de ayuda al operario y prevención de errores también cuenta con etiquetas zebra, usadas para comprobar que la referencia cogida se corresponde con la demandada por el sistema para la secuenciación, y con lectura de códigos de barra, para asegurarse de que cada pieza ha sido colocada en la posición que le corresponde dentro del carro de secuenciación. Ambos sistemas requieren de una serie de recursos de los que la empresa ya dispone, ya que podrían reutilizarse los que se están usando actualmente en el puesto de secuenciación que está activo. Luego únicamente sería necesario contar con un operario capaz de instalar estos sistemas en el nuevo puesto de secuenciación.

6.4 REPORT

En este caso, la manera en la que se generan los *report* que deben secuenciarse no variaría en comparación a como lo hacen actualmente en el puesto de secuenciación en Nave 2, ya que PALANCA DE CAMBIO sigue siendo una familia compuesta por una serie de referencias que abarca a todos los modelos de vehículos que se montan en la planta de Ford España.

Por tanto, el *report* se generaría por piezas, concretamente por el número de piezas necesario para rellenar todas las posiciones disponibles del carro de secuenciación que se vaya a secuenciar en cada momento. En caso extremo, o por caso particular, el *report* también se podría generar por tiempo, aunque este en un caso que por normal general no se dará en esta familia.

6.5 TIEMPOS DE EJECUCIÓN: FLOTA DE CARROS DE SECUENCIACIÓN Y NÚMERO DE OPERARIOS

Para poder calcular parámetros característicos para el aprovisionamiento logístico de la familia PALANCA DE CAMBIO, se realizará un estudio basado en los tiempos de ejecución. De esta manera, es posible comprobar si las opciones propuestas son viables.

Para poder obtener los tiempos de ejecución de cada uno de los procesos que integran el nuevo ciclo logístico de la familia PALANCA DE CAMBIO propuesto en el presente proyecto, se deberá hacer uso de los datos aportados en la Tabla 2.

Debe recordarse que en esta nueva forma de segregar piezas a la línea de montaje, como puede observarse en la Figura 2, existirían tres procesos a tener en cuenta con sus correspondientes tiempos de ejecución:

- *POF*: que se refiere al tiempo que dura un carro de secuenciación con piezas secuenciadas en el punto de uso en línea. Se obtiene multiplicando el *takt time* de la línea de montaje por el número de piezas secuenciadas de las que dispone el carro de secuenciación.
- Puesto de secuenciación (*POS*): se refiere al tiempo que tarda el operario en secuenciar un *report* o lo que es lo mismo, en completar un carro de secuenciación con las piezas que le corresponden.
- Transporte: se refiere al tiempo que se tarda en llevar el carro de secuenciación desde el puesto de secuenciación hasta el *Canopy* (*IDA*) o viceversa (*VUELTA*).

Todos los tiempos de ejecución definidos anteriormente aparecen en la Tabla 7 (Línea de TRIM A) y en la Tabla 8 (Línea de Trim B).

Tabla 7. *Tiempos de ejecución para Trim A.*

TRIM A			
POF	POSICIONES	pzs	52
	TIEMPO POS.	seg	4264
	TRASVASE	pzs	4
	TIEMPO TRAS.	seg	328
	TAKT TIME FORD	seg	82
POS	CARRO SECU.	seg	1260
TRANSPORTE	IDA	seg	420
	VUELTA	seg	420

Tabla 8. *Tiempos de ejecución para Trim B.*

TRIM B			
POF	POSICIONES	pzs	43
	TIEMPO POS.	seg	3526
	TRASVASE	pzs	5
	TIEMPO TRAS.	seg	410
	TAKT TIME FORD	seg	82
POS	CARRO SECU.	seg	1740
TRANSPORTE	IDA	seg	420
	VUELTA	seg	420

Cabe señalar que para obtener el tiempo en el puesto de secuenciación, como se ha mencionado anteriormente, se ha hecho uso de los datos que aparecen en la Tabla 2. Dichos datos han sido tratados para conocer cuánto se tarda en secuenciar un carro de secuenciación de cada línea, y considerando el caso más desfavorable para la estimación de los tiempos de ejecución tanto para la línea de TRIM A como para TRIM B. Los datos tratados aparecen en la Tabla 9 y Tabla 10.

Tabla 9. *Tiempos de secuenciación durante dos días de producción.*

Línea Trim	Turno	Tiempo secuenciación	
		seg	min
A	MAÑANA	1016.43	17
B	MAÑANA	1447.83	24
A	TARDE	1317.00	22
B	TARDE	1776.40	30
A	NOCHE	819.38	14
B	NOCHE	958.00	16
A	MAÑANA	845.14	14
B	MAÑANA	1432.80	24
A	TARDE	1243.43	21
B	TARDE	1726.00	29
A	NOCHE	673.13	11
B	NOCHE	951.80	16

Tabla 10. *Resumen por turnos del tiempo de secuenciación durante dos días de producción.*

Línea Trim	Turno	Tiempo secuenciación	
		seg	min
A	MAÑANA	930.79	16
B	MAÑANA	1440.32	24
A	TARDE	1280.21	21
B	TARDE	1751.20	29
A	NOCHE	746.25	12
B	NOCHE	954.90	16

A partir de los datos anteriores, puede obtenerse la Figura 34. Se puede observar como para ambos casos el turno de tarde es el más crítico, ya que es en el turno que más tiempo necesitan para la secuenciación de los carros. Puesto que estos son los casos más desfavorables, han sido los utilizados para el estudio de los tiempos de ejecución.

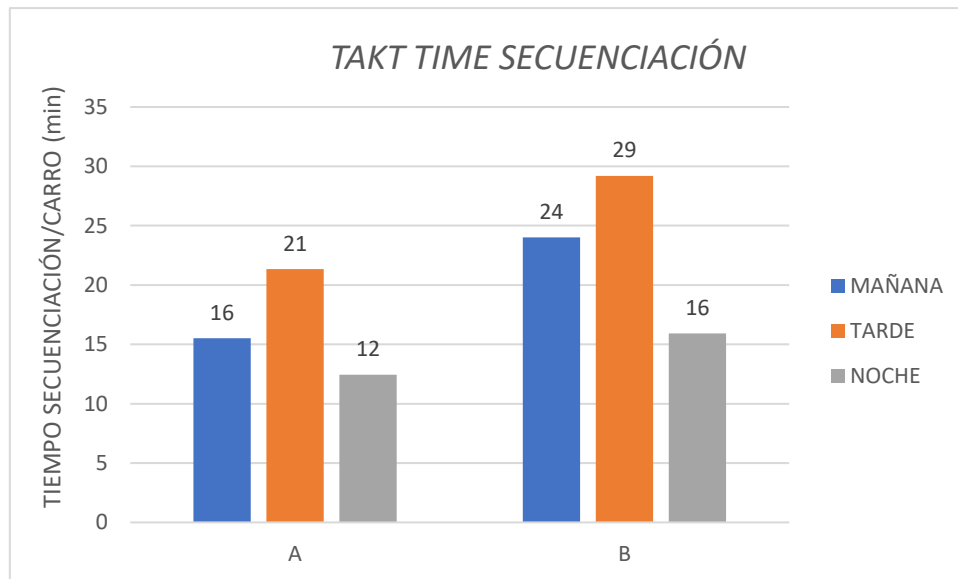


Figura 34. Representación de los tiempos de secuenciación necesarios para cada una de las líneas de producción, diferenciando según el turno.

Una vez se conocen los tiempos de los que se dispone, debe comprobarse que realmente se adaptan a las necesidades. Para ello se va a suponer una flota de 2 carros de secuenciación para cada línea de producción (2 para línea de Trim A y 2 para la línea de Trim B), y se realizará una iteración en la que se compruebe que en todo momento hay piezas en el carro de secuenciación. Dicho estudio aparece en la Tabla 11, en la que se debe tener en cuenta que el tiempo en el *POF* disminuye, debido a que el carro de secuenciación se va vaciando a medida que las piezas se montan en los correspondientes vehículos, y en el puesto de secuenciación aumenta, debido a que el carro de secuenciación se va llenando de piezas secuenciadas.

Cabe comentar que la iteración parte del supuesto que en punto de uso de Trim A hay un carro secuenciado que está gastándose y se desconoce cuántas piezas le quedan y en el punto de uso de Trim B acaba de introducirse un carro de secuenciación completo. Además, el operario encargado de secuenciar conforme termina de secuenciar el carro de una determinada línea, comienza a secuenciar el carro de la otra línea de producción. Esto es posible debido a que mientras secuencia un carro de secuenciación, el carro de la otra línea de producción vuelve al puesto de secuenciación desde su punto de uso en línea.

Tabla 11. Estudio de los tiempos de ejecución para una flota de carros de secuenciación de 2 carros por cada línea de producción.

	TRIM A		TRIM B	
	CARRO POF	CARRO POS	CARRO POF	CARRO POS
Se comienza a secuenciar el carro de Trim A	-	0	3526	0
Carro Trim A secuenciado	-	1260	2266	0
Carro Trim A se lleva al <i>POF</i> y se comienza a secuenciar el carro de Trim B	4264	0	1846	420
Carro Trim B secuenciado	2944	0	526	1740
Carro Trim B se lleva al <i>POF</i> y se comienza a secuenciar el carro de Trim A	2524	420	3526	0
Carro Trim A secuenciado	1684	1260	2686	0
Carro Trim A se lleva al <i>POF</i> y se comienza a secuenciar el carro de Trim B	4264	0	2266	420

Como se puede observar, a pesar de haberse considerado los casos más desfavorables y de no tener en cuenta la posibilidad de hacer trasvase en el intercambio de carros de secuenciación en el punto de uso (lo que aumentaría el tiempo disponible tanto para el carro que está en *POF* como para secuenciar), las iteraciones demuestran que siempre habría piezas en el punto de uso en línea y lo carros de secuenciación se secuenciarían a tiempo para poder llevarlos a línea de manera óptima.

Por tanto, el servicio logístico planteado en el presente proyecto requeriría del mismo número de operarios que en el caso actual (ya que es el mínimo posible, teniendo en cuenta que es necesario tener un operario dedicado en exclusiva a la secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO). Sin embargo, se reduciría la flota de carros de secuenciación necesarios, pasando de 3 carros (servicio logístico actual) a 2 carros de secuenciación (servicio logístico propuesto). Lo que supone, entre otros aspectos, un ahorro en los costes de mantenimiento de dichos carros de secuenciación.

6.6 DISTRIBUCIÓN DE LAS REFERENCIAS

Para poder asignar una referencia a cada una de las posiciones de *picking* se ha establecido como criterio el consumo de la pieza, debido a que se considera que el secuenciador podrá realizar sus labores de una manera eficiente y óptima.

Si se consigue que las referencias más cercanas a los carros de secuenciación sean aquellas que tienen un mayor consumo de piezas, se favorece al tiempo necesario para realizar las labores de secuenciado (que será menos debido a la cercanía de los embalajes) y se busca el bienestar del operario que tendrá que realizar menos desplazamientos (lo que supone una menor fatiga acumulada a lo largo del transcurso del turno laboral). De esta manera se obtendría un rendimiento óptimo en puesto de secuenciación.

Para poder realizar la distribución de las referencias se deberá consultar los consumos de las piezas en el software interno de Ford, en el cual informa acerca del consumo diario de cada una de ellas. En la Tabla 12 se muestran todos los datos recogidos en cuanto al consumos de las referencias de la familia PALANCA DE CAMBIO.

Debe tenerse en cuenta que también se muestra *carlines* de cada referencia, otra información extraída del software interno de Ford España que nos informa acerca del modelo al que pertenece cada referencia. De manera que CNG se corresponde con el Ford MONDEO, CDR con el Ford S-MAX y Ford GALAXY, CBS con el Ford KUGA y CHC con el Ford CONNECT. Aunque este no es el criterio seleccionado, debe tenerse en cuenta para evitar colocar referencias de Trim A en la zona del carro de secuenciación de Trim B, lo cual resultaría contraproducente y debe evitarse.

Tabla 12. Consumo diario de cada una de las referencias de la familia PALANCA DE CAMBIO.

REFERENCIA	CARLINES	CONSUMO DIARIO
FOAM	CDR	93
AV6R-7C453-MKG	CBS	274
KV6R-7C453-CAC	CHC	233
KV6P-7K004-CD3JA6	CHC	190
KV4R-7C453-PAA	CBS	138
KM2B-R045R16-AB	CDR	93
DG9R-7C453-MKE	CNG	73
E1GR-7C453-CKD	CDR	54
KV6R-7C453-CKC	CHC	52
F1DP-7K004-UD3ZHE	CBS	45
DS7P-7K004-HD3JA6	CNG	42
F1DP-7K004-TD3ZHE	CBS	30
GV6P-7K004-TB1GG3	CBS	24
GV6P-7K004-UB1GG3	CBS	22
AV6R-7C453-MAG	CBS	21
E1GT-14A411-BD	CDR	18
KV6P-7K004-BD3JA6	CHC	16
DG9R-7C453-MPE	CNG	16
DG98-7K004-DD3JA6	CNG	13

F1DP-7K004-BD3ZHE	CBS	12
F1DP-7K004-VD3ZHE	CBS	12
GV6P-7K004-XB1GG3	CBS	11
F1DP-7K004-XD3ZHE	CBS	10
F1DP-7K004-UD1GHZ	CBS	8
E1GR-7C453-CPC	CDR	7
DG9P-7K004-JD3JA6	CNG	7
DS7P-7K004-JE3JA6	CNG	6
GV6P-7K004-LA3ZHE	CBS	6
GV6P-7K004-VB1GG3	CBS	5
KV6P-7K004-ED3JA6	CHC	4
F1DP-7K004-TD1GHZ	CBS	4
DG9P-7K004-ME3JA6	CNG	3
F1DP-7K004-XD1GHZ	CBS	3
DG9R-7C453-MAF	CNG	2
F1DP-7K004-FD3ZHE	CBS	2
KV6P-7K004-FD3JA6	CHC	2
KV6P-7K004-AD3JA6	CHC	2
F1DP-7K004-VD1GHZ	CBS	1
KV6P-7K004-DD3JA6	CHC	1
DG98-7K004-EE3JA6	CNG	0
F1DP-7K004-ED3ZHE	CBS	0
DG9P-7K004-KD3JA6	CNG	0
DG9P-7K004-LD3JA6	CNG	0
GV6P-7K004-HA3ZHE	CBS	0

Además de las posiciones de *picking*, también deben tenerse en cuenta las ubicaciones de excesos. Para saber cuántas ubicaciones de excesos serían necesarias para cada una de las referencias, deberá definirse los conceptos que se muestran a continuación:

- **Piezas por embalaje:** es número de piezas que contiene el embalaje característico de cada referencia, es una información que puede obtenerse a partir del software interno de Ford España.
- **Mínimo:** es el número de piezas a partir del cual salta una alerta en el sistema de la empresa para que se reponga material en el puesto de secuenciación. Es decir, a medida que se consumen las piezas, también se consumen los embalajes en el puesto de secuenciación. Para saber cuándo bajar material, para no tener más material del que se puede ubicar en excesos, se establece un número de piezas a partir del cual saltaría un indicador en el sistema avisando de que se debe bajar material urgentemente. Para evitar quedarse sin piezas y utilizar el mínimo como aviso de emergencia, también se establece que cuando un bulto de sea reposicionado (generando un hueco en la ubicación de excesos en la que se encontraba), se genere una petición de material al almacén. Por tanto, el mínimo se podría considerar como un método para asegurarse de no quedarse sin material.

Para calcular el mínimo, se deberá aplicar la ecuación 10.

$$MÍNIMO = \frac{CONSUMO}{HORA} * 2 * 1.5 \quad (10)$$

En la ecuación 10 el término “CONSUMO/HORA” se obtiene a partir de dividir el consumo diario entre las 24 horas que tiene un día. El caso de las constantes son factores de seguridad para que el mínimo se ajuste a la realidad.

En el caso del “2”, se corresponde con el tiempo que tarda en bajar material desde el almacén (situado en Nave 2) hasta el Edificio 66. Es decir, cada 2 horas hay un camión que baja con material necesario para rellenar las estanterías. Por tanto, habría un máximo de 2 horas entre que se genera la alerta y llega material al Edificio 66.

Mientras que en el caso del “1.5” es un caso particular de la familia PALANCA DE CAMBIO. Algunos embalajes de determinadas referencias se almacenan en las instalaciones de ESPACK Eurologística (empresa del sector logístico), por tanto si hiciera falta material que está bajo su custodia se produciría una demora de tiempo que debería tenerse en cuenta. Por ello, se introduce ese factor de manera que el mínimo aumenta y hay más tiempo disponible para hacer llegar el material al Edificio 66.

En la Tabla 13 se muestran los datos relativos a los conceptos anteriores, además se puede observar que en todas las referencias el mínimo es menor a las piezas que contiene un embalaje. Lo cual quiere decir que teniendo un embalaje de excesos por cada referencia sería suficiente para poder abastecer logísticamente a la línea de montaje de Ford sin causar problemas.

Tabla 13. *Mínimo de cada una de las referencias de la familia PALANCA DE CAMBIO.*

REFERENCIA	CONSUMO DIARIO	PIEZAS/ EMB.	CONSUMO PZS/HORA	MÍNIMO	EMB EXCESOS
FOAM	93	-	-	-	-
AV6R-7C453- MKG	274	60	12	36	1
KV6R-7C453- CAC	233	30	10	30	1
KV6P-7K004- CD3JA6	190	50	8	24	1
KV4R-7C453-PAA	138	60	6	18	1
KM2B-R045R16- AB	93	96	4	12	1
DG9R-7C453- MKE	73	42	4	12	1
E1GR-7C453-CKD	54	42	3	9	1
KV6R-7C453- CKC	52	30	3	9	1
F1DP-7K004- UD3ZHE	45	50	2	6	1

DS7P-7K004- HD3JA6	42	36	2	6	1
F1DP-7K004- TD3ZHE	30	50	2	6	1
GV6P-7K004- TB1GG3	24	50	1	3	1
GV6P-7K004- UB1GG3	22	50	1	3	1
AV6R-7C453- MAG	21	60	1	3	1
E1GT-14A411-BD	18	100	1	3	1
KV6P-7K004- BD3JA6	16	50	1	3	1
DG9R-7C453- MPE	16	42	1	3	1
DG98-7K004- DD3JA6	13	36	1	3	1
F1DP-7K004- BD3ZHE	12	50	1	3	1
F1DP-7K004- VD3ZHE	12	50	1	3	1
GV6P-7K004- XB1GG3	11	50	1	3	1
F1DP-7K004- XD3ZHE	10	50	1	3	1
F1DP-7K004- UD1GHZ	8	50	1	3	1
E1GR-7C453-CPC	7	40	1	3	1
DG9P-7K004- JD3JA6	7	36	1	3	1
DS7P-7K004- JE3JA6	6	36	1	3	1
GV6P-7K004- LA3ZHE	6	50	1	3	1
GV6P-7K004- VB1GG3	5	50	1	3	1
KV6P-7K004- ED3JA6	4	50	1	3	1
F1DP-7K004- TD1GHZ	4	50	1	3	1
DG9P-7K004- ME3JA6	3	36	1	3	1
F1DP-7K004- XD1GHZ	3	50	1	3	1
DG9R-7C453- MAF	2	42	1	3	1
F1DP-7K004- FD3ZHE	2	50	1	3	1
KV6P-7K004- FD3JA6	2	50	1	3	1

KV6P-7K004- AD3JA6	2	50	1	3	1
F1DP-7K004- VD1GHZ	1	50	1	3	1
KV6P-7K004- DD3JA6	1	50	1	3	1
DG98-7K004- EE3JA6	0	36	1	3	1
F1DP-7K004- ED3ZHE	0	50	1	3	1
DG9P-7K004- KD3JA6	0	36	1	3	1
DG9P-7K004- LD3JA6	0	36	1	3	1
GV6P-7K004- HA3ZHE	0	50	1	3	1

De esta manera, en las estanterías del puesto de secuenciación quedarían ubicaciones disponibles para ubicar más embalajes de excesos si fuese necesario, tanto de la familia estudiada como de cualquier otra familia que lo requiriera.

6.7 PROGRAMACIÓN DE LA RENOVACIÓN DEL PUESTO DE SECUENCIACIÓN

En el caso de que la empresa decidiera llevar a cabo la propuesta desarrollada en el presente proyecto, el aspecto fundamental a abordar es el cambio del puesto de secuenciación junto con la instalación del sistema de ayuda y prevención de errores. Es decir, para poder cambiar la manera en que se ofrece el servicio logístico, Walkerpack debería cambiar la infraestructura que le permite ofrecerlo.

Para el cambio, cómo ya se comentó en anteriores apartados, sería preciso hacerlo en días de no producción en la planta de montaje de Ford España. Siendo así, el cambio se podría realizar en dos turnos laborales (16 horas) que se repartirían en dos días de trabajo. Aunque el cambio no está planificado de manera exacta, ya que no es posible, sí que se podría indicar que un fin de semana (8 horas el sábado y 8 horas el domingo) sería lo ideal para no afectar a la producción que Walkerpack debe ofrecer en días laborales.

Así pues, en la Figura 35, se puede observar la planificación que se ha realizado haciendo referencia a las diferentes labores que deben llevarse a cabo. Así como, el tiempo de trabajo estimado para cada una de esas labores. Cabe destacar que en la Figura 35 se han empleado diversas abreviaturas que a continuación se exponen:

- POS: puesto de secuenciación.
- E-66: Edificio 66.
- N2: Nave 2.
- GAW: GA Walker, software interno de la empresa.
- Emb.: hace referencia a los bultos de las diferentes referencias.
- *Poka-yoke*: se refiere al sistema de ayuda al operario y prevención de errores.

Hay que destacar, además, que en el diagrama de la Figura 35 las horas comprendidas entre 0:00 y 8:00 corresponderían al primer turno de trabajo, mientras que el período de 8:00 a 16:01 correspondería al segundo turno laboral.

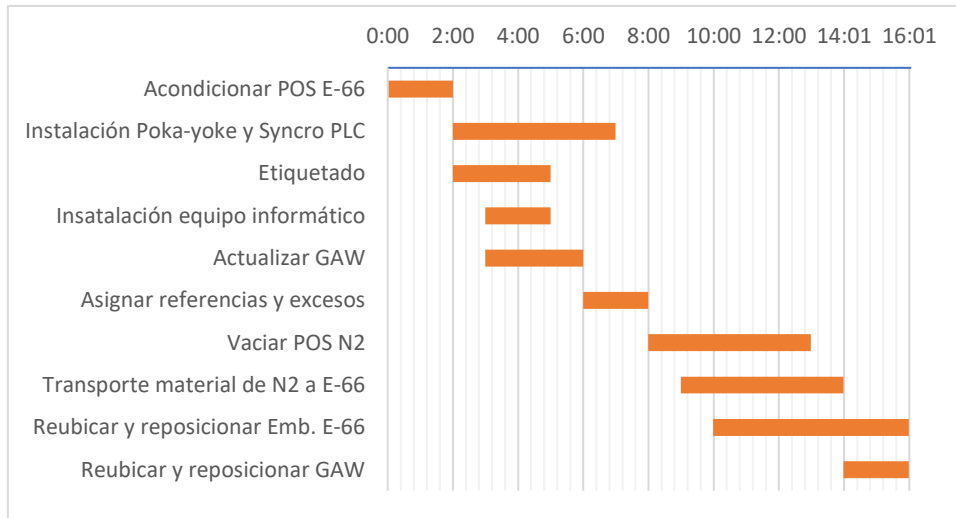


Figura 35. Diagrama de Gantt en el que se muestra la planificación para el cambio de la infraestructura del aprovisionamiento logístico

7. REFERENCIAS

- [1] Asociación Valenciana de la Industria de la Automoción. (2016). AVIA: Notas de prensa: Walkerpack consolida en 2016 sus servicios logísticos a la Planta de Montaje de Ford. España: AVIA. Recuperado de <http://avia.com.es/walkerpack-consolida-2016-servicios-logisticos-la-planta-montaje-ford/>
- [2] INFORMA D&B S.A.U. (S.M.E.) (s.f.). Guía Empresas: VALENCIA: Almussafes: Walkerpack Mpl Sl. España: PORTAL UNIVERSIA, S.A. Recuperado de <https://guiaempresas.universia.es/WALKERPACK-MPL.html>
- [3] Walkerpackmpl S.L. (2015). WPWALKER'S: HOME. España: LOGISTIC SERVICES WALKER'S. Recuperado de <http://www.walkerpackmpl.com>
- [4] FORMACION Y CONSULTORIA EN GESTION Y DIRECCION S.L. (2015). Escuela de LeanManagement: Qué es Lean Management. España: ESCUELA DE LEAN MANAGEMENT. Recuperado de <https://www.escuelalean.es/divulgacion/que-es-lean-management>
- [5] Aroca Aparicio, David. (2017). Herramientas Lean Manufacturing: Definición de metodología just in time o justo a tiempo y cómo aplicarla. España: LEANMANUFACTURING10. Recuperado de <https://leanmanufacturing10.com/just-in-time>
- [6] MECALUX, S.A. (2016). Soluciones de Almacenaje: Impacto del FEFO/FIFO en el almacén. España: MECALUX ESMENA. Recuperado de <https://www.mecalux.es/articulos-de-logistica/impacto-del-fefo-fifo-en-el-almacen>
- [7] INFAIMON (2 de marzo de 2018). Producción en cadena: evolución y ventajas. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://blog.infaimon.com/produccion-en-cadena-evolucion-ventajas/>
- [8] Standards Council of Canada. Conseil canadien des normes. (2013). Acronyms & Glossary: Final Draft International Standard (FDIS). Canada: SSC Connect. Recuperado de <https://www.scc.ca/en/agl-fdis>

TRABAJO FIN DE GRADO

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESTUDIO DE LA FAMILIA PALANCA DE CAMBIO COMO SERVICIO LOGÍSTICO DE WALKERPACK MPL, S.L. EN FORD ESPAÑA

AUTOR DEL PROYECTO:

RUIZ GARCÍA, MANUEL

TUTOR UPV:

MESEGUER CALAS, M.^a

DESAMPARADOS

TUTOR EMPRESA:

QUILIS BAYARRI, SALVADOR

TITULACIÓN:

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

FECHA:

Septiembre de 2018

DOCUMENTO PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DEL DOCUMENTO PLIEGO DE CONDICIONES

1. OBJETO	1
2. NORMATIVA	1
3. MAQUINARIA INDUSTRIAL	2
4. MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE DE EMBALAJES	2
5. PROCESOS DE SECUENCIACIÓN	4

1. OBJETO

El presente documento expone las diferentes condiciones de ejecución que deben cumplirse para una correcta puesta en funcionamiento de la infraestructura logística desarrollada en el presente documento. Todas las indicaciones y exigencias incluidas se consideran necesarias, u por tanto de obligado cumplimiento, para todos aquellos operarios que realicen alguna de las tareas planteadas en los diferentes documentos del presente proyecto.

El pliego de condiciones ha de ser respetado tanto por el personal de la propia empresa, Walkerpack, como por el de las empresas externas. Por tanto, toda la información contenida en el presente documento ha de ser comunicada a todo el personal antes de la realización de cualquiera de las tareas a realizar.

2. NORMATIVA

Toda la normativa legal vigente que se aplica al presente proyecto ya se ha recogido en el documento *MEMORIA*. Para dejar constancia, y a modo de resumen, se nombran las diferentes normas a tener en consideración. Siendo dichas normas:

- Norma UNE-EN ISO 9001/2015
- Norma UNE-en ISO 14001/2015
- Estándar OHSAS 18001/2007

Así mismo, dado que el puesto de secuenciación propuesto como solución se encuentra en el Edificio 66 y encontrándose dicha nave en el interior del complejo industrial de Ford España, también se considera de obligado cumplimiento el código *SMF*. En dicho documento consta la normativa interna de Ford, la cual se ha de respetar de igual manera que la propia normativa interna.

Debe indicarse, a nivel de normativa obligatoria, que el hecho de que el puesto de secuenciación se encuentre en altura (zona alta de la estantería), implica el uso de las medidas de seguridad correspondientes. Se considera de uso obligatorio, mientras se realice alguna labor en la zona destinada al puesto de secuenciación o se transite por ella, el arnés de sujeción conectado a la línea de vida. Cualquier desplazamiento que se realice en esta zona deberá ser siempre con este equipamiento.

Además, se recomienda el uso de gorra de protección a todos los operarios que se encuentren bajo la zona destinada al puesto de secuenciación. Por motivos de seguridad, debería de utilizarse para evitar posibles daños causados por cualquier elemento que pueda precipitarse.

Recordar además, que cualquier operario que conduzca una máquina industrial debe respetar la normativa referente al uso de dichas máquinas y tener permiso para la manipulación de estas, siendo necesario en este caso tanto la autorización interna de la empresa como la certificada por Ford.

3. MAQUINARIA INDUSTRIAL

Para poder llevar a cabo el presente proyecto se requiere del uso de una furgoneta, siendo posible cualquiera de los dos modelos disponibles en la empresa, y de dos máquinas elevadoras, siendo también posible el uso de cualquiera de las que están bajo custodia de Walkerpack.

Debe tenerse en cuenta, como ya se ha indicado en el anterior apartado, que cualquiera de los operarios que vaya a manipular dichas máquinas industriales deberá contar con los permisos emitidos tanto por Walkerpack como por Ford España. Siendo de obligado cumplimiento la normas e indicaciones que se le proporcionaron a cada uno de esos operarios (teniendo constancia de ello) en la formación que recibieron durante la adquisición de los diferentes permisos.

Cabe destacar como normas fundamentales:

- Al inicio del turno laboral, y de manera previa a la realización de cualquier labor, se ha de revisar el estado de la máquina industrial. Debiéndose cumplimentar la *check-list* proporcionada por Walkerpack. Por medio de la cumplimentación y firma de dicho documento, se certifica que la máquina está en óptimas condiciones de uso. En caso, contrario la máquina no puede usarse para ninguna labor, se debe informar de la avería detectada y se procederá a su reparación.
- La maquinaria industrial debe respetar cualquier norma de tráfico vigente. En el caso de las máquinas elevadoras, que pueden circular por el interior del Edificio 66, deben hacerlo siempre por la zona habilitada y no invadir bajo ningún concepto la zona reservada para el paso de personas a pie.
- La velocidad está limitada a 10 Km/h, no podrá ser superada bajo ninguna circunstancia.
- El operario encargado de la manipulación de estas máquinas deberá hacer uso del cinturón de seguridad en todo momento.
- Cuando el operario encargado de manipular la máquina industrial se encuentre fuera de su vehículo o no lo esté utilizando, esté deberá permanecer parado, con el freno de mano activado y con el con el motor apagado.

Todas las condiciones y normativa expuesta anteriormente serán de obligado cumplimiento tanto para los operarios asignados para las tareas de conductor de cualquiera de las máquinas industriales, como para cualquier otro miembro del personal que requiera del uso (de manera puntual o permanente) de cualquiera de las máquinas industriales citadas anteriormente.

4. MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE DE EMBALAJES

El presente proyecto propone un cambio en la ubicación del puesto de secuenciación que se traslada desde Nave 2 a el Edificio 66, como ha sido explicado durante el desarrollo de los diferentes documentos que integran el presente proyecto.

Este traslado requiere el traslado de los embalajes correspondientes a las diferentes referencias que integran la familia PALANCA DE CAMBIO. Incluyéndose tanto los embalajes que se encuentran en las ubicaciones de excesos como aquellos que están en las posiciones de *picking* (y por tanto, en uso). La manipulación de dichos embalajes debe realizarse de manera apropiada para que se asegure la integridad de la pieza en todo momento, por ello deben seguirse las siguientes indicaciones a la hora de trasladar cualquier embalaje al nuevo puesto de secuenciación.

La metodología a seguir se rige por las normas que se exponen a continuación:

- Cuando se mueva cualquier conjunto de bulto de manera simultánea mediante el uso de la máquina elevador, está permitido mover un máximo de 2 embalajes apilados. Siendo necesario además, circular marcha atrás para asegurar unas condiciones óptimas de visibilidad.

En el caso de la furgoneta utilizada para el transporte por carretera de dichos embalajes, el máximo número de bultos transportados es de 6 embalajes. Siendo 3 el máximo número de pilas permitidas y 2 alturas el máximo de bultos remontados.

- Cualquiera de los embalajes que se vaya a manipular en condiciones óptimas de conservación y mantenimiento. Debe de llevar la *odette* que le corresponda, que la estructura no registre ningún golpe o colisión, que esté tapado para conservar las piezas correctamente y que tengan las medidas normalizadas.

Si alguna de las condiciones anteriores no se cumpliera, se debería de realizar un trasvase a un embalaje que si reuniera dichas condiciones (en caso de ser por incidente provocado por alguno de los operarios de Walkerpack) o remitir la correspondiente queja al proveedor en caso de que llegase de esta manera a las instalaciones de la empresa.

- Cuando se vaya a abrir cualquiera de los embalajes, deberá comprobarse que la primera pieza coincida con la referencia asignada a la *odette* de dicho embalaje.
- La zona habilitada para la carga de material, con destino el Edificio 66, se encuentra en el interior de Nave 2.
- La zona habilitada para la descarga de material en el Edificio 66 se encuentra en el muelle de esta misma nave. No se realizará en el Canopy, sino que se habilita esta zona para la descarga de material durante el tiempo que precise la ejecución del presente proyecto.
- Únicamente se transportarán los embalajes necesarios para rellenar las posiciones de excesos y *picking*. En la nave hay más material del que se requiere por condiciones de consumo, dichos embalajes serán almacenados hasta que su uso sea requerido.
- Cualquier movimiento de material debe quedar registrado en el sistema interno de la empresa. Por ello, se considera como obligatorio registrar los bultos que se envían al

Edificio 66 y se hará de manera inmediatamente anterior a que dicho bulto sea cargado en la furgoneta.

Una vez se encuentre en el Edificio 66, cualquier embalaje deberá ser reubicado en la ubicación de excesos que se estime oportuna, dando preferencia a la que se encuentra en la vertical de la posición de *picking* correspondiente a la referencia del embalaje en cuestión. O bien, deberá ser reposicionado en la posición de *picking* que se le haya asignado a la referencia del embalaje en cuestión. Cualquiera de los movimientos debe ser registrado en el sistema.

Hay que destacar la diferencia existente entre ambos casos, un embalaje de una determinada referencia puede ser reubicado en cualquier posición de excesos, pero únicamente podrá ser reposicionado en la posición de *picking* que se le ha asignado a dicha referencia.

- Cuando se reposicione un embalaje en una posición de *picking*, debe tenerse en cuenta que se trata de un embalaje en uso. Por tanto, se habrá consumido un número determinado de piezas. Por ello, resulta preciso contar las piezas que quedan en el embalaje (las cuales son aptas para producción) y ajustar la cantidad en el sistema interno de la empresa.

Todas las indicaciones anteriores se consideran de obligado cumplimiento, ya que constituyen la metodología a seguir para el traslado de todo el material relativo a la familia PALANCA DE CAMBIO desde Nave 2 al puesto de secuenciación propuesto en el Edificio 66.

Cabe señalar que en el presente proyecto se considera la posibilidad de que algún embalaje sufra algún daño o incidente durante la manipulación y/o traslado. Es ese caso se seguirá el procedimiento interno implantado por la empresa para aislar el material afectado para una posterior revisión de las piezas. Por ello, se considera obligatorio avisar al Ingeniero supervisor en caso de que ocurra algún incidente de este tipo.

5. PROCESO DE SECUENCIACIÓN

Una vez se haya finalizado la instalación de la estructura del puesto de secuenciación y el material haya sido trasladado de manera conveniente, se ha de realizar la puesta en marcha del puesto de secuenciación. Se deben hacer pruebas funcionales de manera previa al arranque de la línea de producción para asegurar que la infraestructura logística está activa.

Esta labor será asignada al personal de ingeniería, tanto en lo que se refiere al proceso de secuenciación como al transporte del carro de secuenciación desde el puesto de secuenciación al punto de uso en la línea de montaje de Ford. En caso de no tener los permisos necesarios para poder transportar el carro de secuenciación mediante el uso de máquina elevadora o remolcadora, dicha función será realizada por los conductores asignados a dichos vehículo con la supervisión y posterior revisión del procedimiento por parte del personal de ingeniería.

El personal de ingeniería será el encargado de verificar que la instalación tanto del material como de los recursos informáticos, incluyendo todo el equipo relativo al sistema de ayuda al operario y prevención de errores, se ha realizado de manera óptima y el puesto de secuenciación

se encuentra en las condiciones requeridas para cubrir con las exigencias de la producción y poder completar los servicios logísticos requeridos por Ford España.

Además, el mismo personal de ingeniería será el encargado de cerciorarse que los primeros *reports* se secuencian respetando los parámetros que se han definido y desarrollado en los diferentes documentos que componen el presente proyecto.

En cuanto a los operarios encargados de secuenciar en dicho puesto de secuenciación, deberán de cumplir con las indicaciones que se exponen a continuación:

- Deben de usar el equipamiento requerido por la normativa interna de la empresa. El cual contempla como obligatorios los guantes de protección para la manipulación de piezas, chaleco reflectante con la identificación de la empresa y calzado de protección. Dadas las particularidades del puesto de secuenciación en altura, también será obligatoria el uso del arnés de seguridad conectado a la línea de vida mientras se haga uso del espacio dedicado al puesto de secuenciación.

Así mismo, se recomienda de nuevo que, cualquier personal que se desplace bajo el puesto de secuenciación de la familia PALANCA DE CAMBIO, haga uso de la gorra de protección para evitar posibles daños por desprendimientos de objetos.

- En la *QPS*, formato interno de Walkerpack en el que se recoge la metodología a seguir en el proceso de secuenciación y que debe estar firmado por todos aquellos operarios que intervengan en el proceso de secuenciación, se debe registrar el cambio en la manera de secuenciar. Se debe explicar la metodología a seguir tras la introducción del sistema de ayuda al operario y prevención de errores en el sistema logístico de la familia PALANCA DE CAMBIO.

Por último, el hecho de utilizar el consumo diario de cada referencia, como criterio de distribución de las posiciones de *picking*, implica tener que revisar cada cierto periodo de tiempo dicha distribución debido a que la demanda fluctúa en el tiempo en función de la producción en la línea de montaje de Ford. Esta situación se ha tenido en cuenta en el desarrollo del presente proyecto, ya que la manera en que se asigna una referencia a una posición de *picking* permite que se pueda modificar dicha relación. De manera que la distribución podrá ser modificada cuando sea necesario.

TRABAJO FIN DE GRADO

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESTUDIO DE LA FAMILIA PALANCA DE CAMBIO COMO SERVICIO LOGÍSTICO DE WALKERPACK MPL, S.L. EN FORD ESPAÑA

AUTOR DEL PROYECTO:

RUIZ GARCÍA, MANUEL

TUTOR UPV:

MESEGUER CALAS, M.^a

DESAMPARADOS

TUTOR EMPRESA:

QUILIS BAYARRI, SALVADOR

TITULACIÓN:

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

FECHA:

Septiembre de 2018

DOCUMENTO PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL DOCUMENTO PRESUPUESTO

1. PRESUPUESTO	1
2. JUSTIFICACIÓN DE LA RENTABILIDAD.....	4

1. PRESUPUESTO

En las diferentes tablas que aparecen a continuación, se detallan todos los costes que se deberían de asumir para poder implantar el proyecto. Han de tenerse en cuenta tanto los recursos materiales necesarios para llevar a cabo la renovación del puesto de secuenciación, así como el personal requerido para llevar a cabo las diferentes tareas a realizar.

En primer lugar, Tabla 1, se detallan los diferentes materiales que serían necesarios. En todos los casos, se trata de productos industriales que se comprarían directamente a los proveedores que se consideren apropiados.

Tabla 1. Costes detallados relativos a los MATERIALES.

COSTE DE MATERIALES					
<i>Ref.</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ud.</i>	<i>Ctdad.</i>	<i>Precio (€)</i>	<i>Precio Parcial (€)</i>
PROD IND 1	Pick to light, con indicador luminoso y pulsador	u	45	80.00	3600.00
PROD IND 2	Syncro PLC Siemens CPU 1214C - 6ES7214-1BG40-0XB0 (14DI/10DO)	u	1	372.44	372.44
PROD IND 3	Módulo de E/S PLC Siemens, SM 1223 (8DI/8DO)	u	5	155.77	778.85
PROD IND 4	ETIQUETAS IDENTIFICADORAS	u	100	0.25	25.00
PROD IND 5	CASCO PROTECCIÓN OPERARIO	u	4	6.00	24.00
PROD IND 6	ARNÉS LÍNEA DE VIDA	u	4	80.00	320.00
<i>Subtotal MATERIALES (€)</i>					5120.29

A continuación, Tabla 2, se muestra el coste relativo al personal requerido durante la instalación del proyecto. Puesto que se considera necesario que dicha instalación se realice en días de no producción en Ford España, se ha diferenciado dentro de los costes en función del día en el que está programado que cada operario realice las tareas o labores que le han sido asignadas.

Tabla 2. Costes detallados relativos a la MANO DE OBRA.

COSTE DE MANO DE OBRA					
<i>Ref.</i>	<i>Descripción del trabajo</i>	<i>Ud.</i>	<i>Ctdad.</i>	<i>Precio (€)</i>	<i>Precio Parcial (€)</i>
MO.1	INGENIERO SUPERVISOR (SÁBADO)	h	8	25.00	200.00
	INGENIERO SUPERVISOR (DOMINGO)	h	8	30.00	240.00
MO.2	TÉCNICO EN INGENIERÍA 1 (SÁBADO)	h	4	20.00	80.00
	TÉCNICO EN INGENIERÍA 1 (DOMINGO)	h	2	24.00	48.00
MO.3	TÉCNICO EN INGENIERÍA 1 (SÁBADO)	h	4	20.00	80.00
	TÉCNICO EN INGENIERÍA 1 (DOMINGO)	h	2	24.00	48.00
MO.4	TÉCNICO EN REDES Y SISTEMAS (SÁBADO)	h	2	19.00	38.00
MO.5	TÉCNICO MANTENIMIENTO (SÁBADO)	h	2	18.00	36.00
MO.6	PEÓN MANTENIMIENTO (SÁBADO)	h	2	12.00	24.00
MO.7	OPERARIO CONDUCTOR FURGONETA (DOMINGO)	h	5	15.00	75.00
MO.8	OPERARIO MÁQUINA ELEVADORA 1 (DOMINGO)	h	5	17.00	85.00
MO.9	TÉCNICO INSTALADOR (SÁBADO)	h	5	18.00	90.00
MO.10	OPERARIO MÁQUINA ELEVADORA 2 (DOMINGO)	h	6	17.00	102.00
Subtotal MANO DE OBRA (€)					1146.00

En la tabla siguiente, Tabla 3, se muestran los gastos que supondría para la empresa el uso de diferentes recursos materiales. La adquisición o compra de dichos elementos no es necesaria, puesto que Walkerpack ya dispone de ellos. Sin embargo debe tenerse en cuenta el coste que supone el uso de dichos recursos.

Tabla 3. Costes detallados relativos a los RECURSOS UTILIZADOS.

COSTE DE RECURSOS UTILIZADOS					
<i>Ref.</i>	<i>Descripción del trabajo</i>	<i>Ud.</i>	<i>Ctdad.</i>	<i>Precio (€)</i>	<i>Precio Parcial (€)</i>
REC. 1	FURGONETA	h	5	8.00	40.00
REC. 2	MÁQUINA ELEVADORA 1	h	5	11.00	55.00
REC. 3	MÁQUINA ELEVADORA 2	h	6	11.00	66.00
RECURSOS UTILIZADOS (€)					161.00

Por último, Tabla 4, se muestra un cuadro resumen de todo lo detallado anteriormente, en el cual puede observarse el coste final del proyecto.

Tabla 4. Cuadro resumen de los costes.

RESUMEN DEL PRESUPUESTO	
<i>Denominación del sistema</i>	<i>COSTE (€)</i>
MATERIALES	5120.29
MANO DE OBRA	1146.00
RECURSOS UTILIZADOS	161.00
TOTAL COSTE PROYECTO (€)	6427.29

2. JUSTIFICACIÓN DE LA RENTABILIDAD

El presente proyecto se basa en la mejora del servicio logístico que Walkerpack ofrece a Ford España en la actualidad. Con dicha mejora no se estaría consiguiendo un aumento de los ingresos producidos por la empresa, ya que Walkerpack cobra por conseguir suministrar piezas a la línea de montaje de Ford siguiendo una filosofía *just in sequence* y respetando los criterios de FIFO y esto se seguiría realizando como en la actualidad.

La optimización que se conseguiría con la solución ofrecida se basa en la reducción de costes, generados principalmente por el transporte por carretera. A partir de conseguir reducir esos costes, el balance económico fluctuaría en favor de Walkerpack. Generándose así un aumento en los beneficios obtenidos por la empresa.

Debe tenerse en cuenta que para poder llevar a cabo el presente proyecto sería necesaria una inversión inicial de 6479'29 euros, mientras que la reducción de costes anual tendría un valor de 2584'54 euros. Es decir, la inversión se recuperaría (teniendo en cuenta únicamente el ahorro en costes de transporte) en 30 meses de producción. A partir, de entonces se producirían los beneficios. Por tanto, el presente proyecto, aunque los resultados no fueran inmediatos, resultaría rentable para la empresa.

Además, cabe tener en cuenta que con la solución planteada se pretende aumentar la eficiencia y efectividad al secuenciar tratando de evitar errores en la segregación de las piezas que conllevarían costosas sanciones para la empresa. Por otro lado, la flota de carros de secuenciación se reduciría, por lo que los costes relativos al mantenimiento de los mismos también serían menores. Es decir, con el presente proyecto también se obtendría rentabilidad económica a partir de una optimización de la infraestructura logística.