



1 **Ámbito de aplicación**

1.1 **La empresa**

Situado como uno de los principales fabricantes de automóviles en Europa y en el mundo, Renault es uno de los pioneros del sector de automoción en España.

Actualmente cuenta con 32 centros repartidos por todo el mundo. De ellos, 14 se encuentran en Francia, país de origen de la marca, pero el segundo lugar en número de factorías lo ocupa España con tres (Valladolid, Palencia y Sevilla).

En cuanto a las ventas de vehículos, las ventas anuales ascienden a los 2,5 millones de vehículos anuales.

Actualmente, Renault se encuentra aliada mediante intercambio de acciones, pero también compartiendo su cúpula directiva y nuevas estructuras interempresariales, con el fabricante japonés Nissan.



Esta alianza comercial afecta también a la manera en la que se afrontan nuevos proyectos o se gestionan sus centros productivos, puesto que se han asumido como propios modos de trabajo de origen japonés.

No en vano, la industria japonesa ha revolucionado durante los últimos 30 años la industria de automoción, y muchas de sus innovaciones se aplican ahora en fábricas occidentales, estando la mayor parte de estas innovaciones directamente relacionadas con la productividad.

Precisamente, el incremento de la productividad es clave para el crecimiento de las marcas europeas, ante la competencia ya no tanto de los fabricantes japoneses, si no de aquellos procedentes de países emergentes.

En cuanto a las fábricas de Europa Occidental el riesgo es más cercano, puesto que por diversos factores empieza a ser más rentable producir en países de Europa del Este.

Los costes salariales, la situación del mercado, los costes logísticos, etc..., hacen que los fabricantes trasladen sus centros de producción hacia estos países.

El aumento de la productividad y la flexibilidad logística son las vías por las que se podrá mantener a medio plazo la producción en países de Europa Occidental. De este hecho se desprende la importancia de mejoras del proceso productivo como las descritas en el presente proyecto.

1.2 La fábrica y el producto

La factoría de producción de cajas de cambio que RENAULT posee en Sevilla es uno de los focos industriales más importantes de la provincia. Su origen es la fabricación de motores de aviación como parte de la empresa ISA (Industrias Subsidiarias de Aviación, S.A.), que en los años 60 comenzó la fabricación de cajas de velocidad para RENAULT, que posteriormente se haría con la propiedad de la factoría.

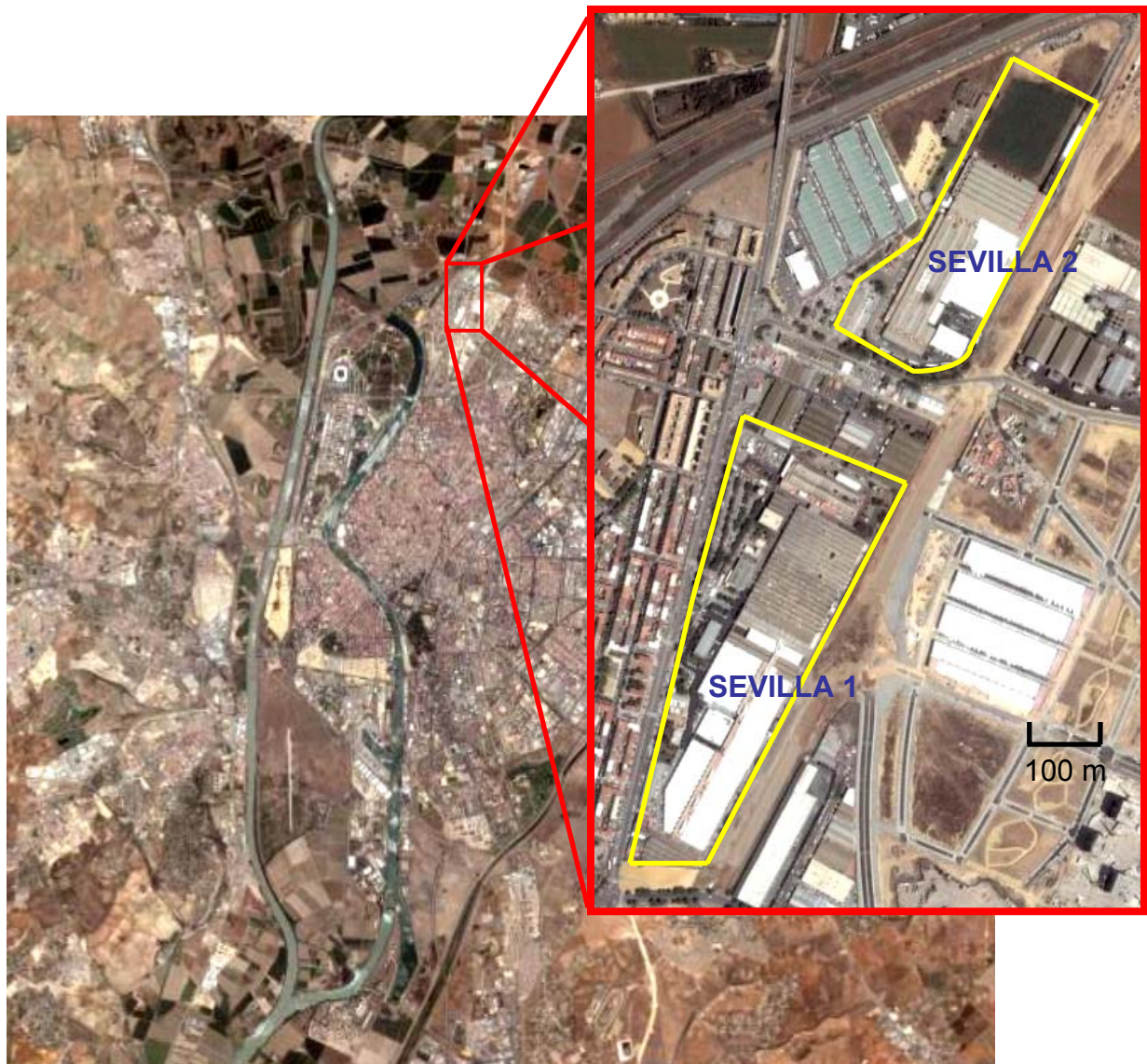


Figura 1.1. Localización de la factoría en la ciudad de Sevilla.



Situada en terreno industrial al norte de Sevilla, la fábrica ocupa una superficie de 150.000 m², dividida en dos recintos ('Sevilla 1' y 'Sevilla 2') muy próximos entre si.

La producción se haya dividida entre estos dos centros, realizándose la fabricación de los componentes en el primero y el ensamblaje en la segunda, aunque ésta cuenta también con algunas líneas de producción para pequeñas piezas.

Actualmente se producen en la factoría dos tipos o familias de cajas de cambio: La caja tipo Jxx (JB, JH, JXQ) y la caja tipo TL4, de nueva concepción y primer órgano mecánico realizado conjuntamente bajo la alianza RENAULT-NISSAN.

Las cajas de cambio manuales son elementos mecánicos de relativa complejidad que junto al motor constituyen el 'grupo propulsor' del vehículo.

Ambos órganos están acoplados por el embrague y es la caja de cambios la que permite al motor operar alrededor del régimen óptimo de giro en todo el rango de velocidades del vehículo.

En el caso que nos ocupa, la familia de cajas de velocidades Jxx, esto se lleva a cabo mediante cinco marchas hacia delante y una hacia atrás.

El giro es transmitido de un eje ('árbol primario') que se encuentra cinematicamente unido al motor mediante el embrague. Este eje transmite a su vez su giro a otro eje ('árbol secundario'). Esto se lleva a cabo mediante una serie de parejas de engranajes sobre uno y otro árbol en continuo engrane, de manera que, seleccionando una pareja u otra la relación de giro entre uno y otro ejes ('eje de entrada' y eje de salida', como también se les llama) se varía la relación de transmisión.



La complejidad mecánica de este sistema, unida a las crecientes demandas de par transmisible, los requisitos de ruido y fiabilidad exigen que el proceso de fabricación de todos estos componentes sea controlado firmemente.

Por otro lado, las exigencias de la producción en masa conllevan líneas de producción dedicadas 24 horas al día y un proceso altamente automatizado.

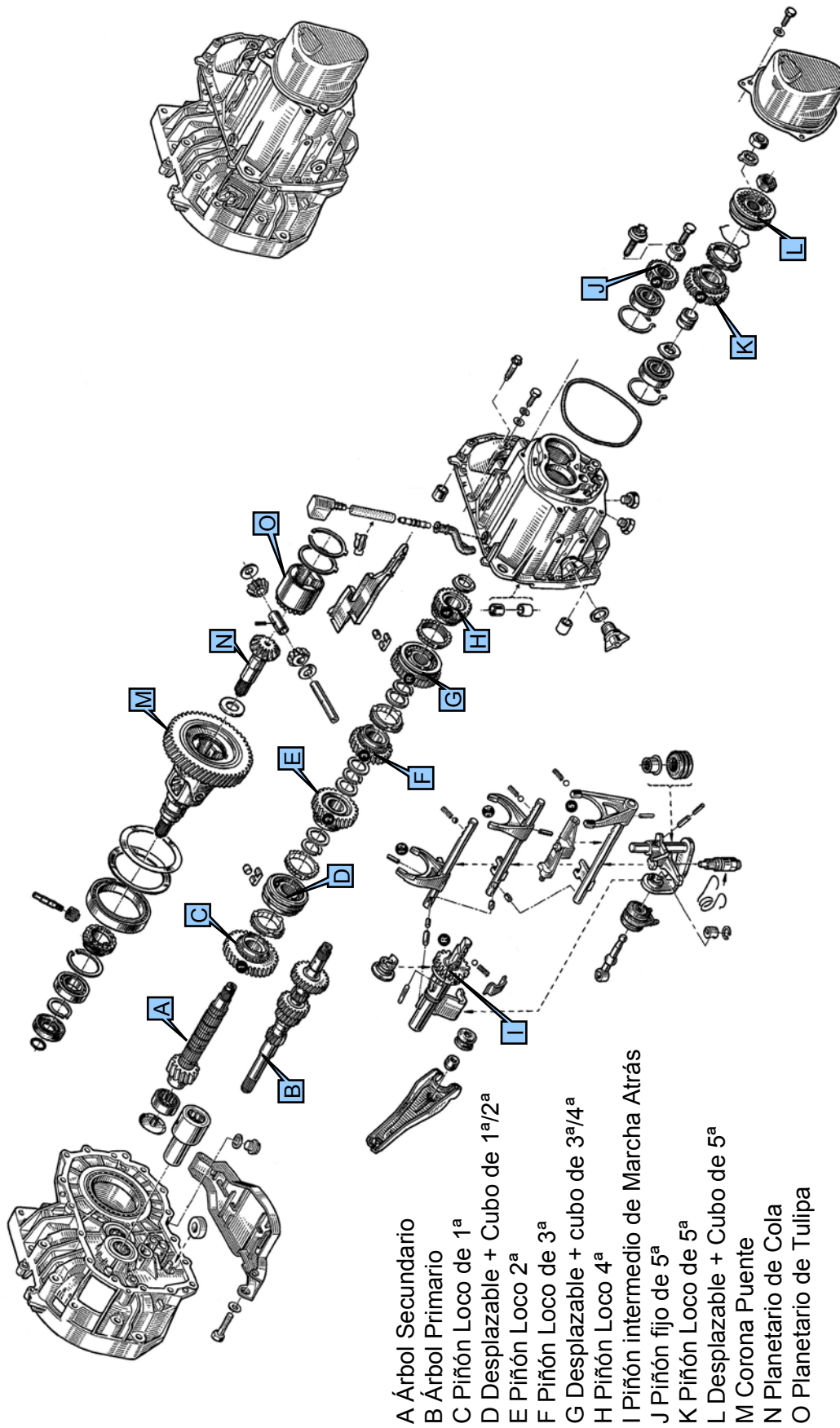
La producción de cajas de la familia Jxx es, aproximadamente, de 3500 cajas/día, más un número importante de piezas sueltas que son exportadas a otros centros productivos del grupo RENAULT.

En la figura 1.2 se presenta un despiece de una caja de cambios JB3, sobre la que se han señalado en azul, acompañadas de la correspondiente leyenda, las piezas fabricadas en el centro 'Sevilla 1' de la factoría y cuya fabricación es el objeto del proyecto.

1.3 El Departamento de Ingeniería. Grupo de Productividad

El presente proyecto fue llevado a cabo desde el Departamento de Ingeniería de la Factoría, cuya misión principal es el diseño y ejecución de nuevos proyectos, así como de la mejora de los procesos productivos.

Integrado en él, se creó un Grupo de Productividad dedicado por completo a la realización de acciones de aumento de rendimientos y reducción de costes (mejoras sobre los procesos existentes), así como de imponer unos criterios de evolución de la productividad para nuevos proyectos (por ejemplo, intervenir en la definición de una nueva línea de mecanizado).



- A Árbol Secundario
- B Árbol Primario
- C Piñón Loco de 1ª
- D Desplazable + Cubo de 1ª/2ª
- E Piñón Loco 2ª
- F Piñón Loco de 3ª
- G Desplazable + cubo de 3ª/4ª
- H Piñón Loco 4ª
- I Piñón intermedio de Marcha Atrás
- J Piñón fijo de 5ª
- K Piñón Loco de 5ª
- L Desplazable + Cubo de 5ª
- M Corona Puente
- N Planetario de Cola
- O Planetario de Tulipa

Figura 1.2. Vista general y despiece de la caja de velocidades JB3. Marcadas en azul, las piezas fabricadas en el taller de mecanizado 'Nave F'.



1.4 Objetivos del proyecto y plazos

El presente Proyecto surge de la necesidad continua de la mejora de la productividad en los diversos talleres de la factoría. Debido a las características específicas de cada uno de ellos (talleres de mecanizado frente a líneas de montaje o modernas líneas de producción para la caja TL4 frente a líneas en explotación continua durante años), los objetivos marcados desde la dirección de la factoría son muy diversos.

En concreto, para las líneas de mecanizado integradas en la Nave F, se formó un Grupo de Productividad específico dentro del departamento de Ingeniería con la misión de reducir el número de efectivos asociados a la producción directa y la mejora del proceso productivo. Para el año 2006 se fijó como objetivo una reducción en mano de obra directa necesaria en las líneas de mecanizado de dicho taller de 9 efectivos por día, es decir, la reorganización de las líneas para eliminar 3 puestos (al trabajar en 3 turnos, equivaldría a los 9 efectivos/día objetivo).

1.5 Presentación detallada del taller Nave F

En la presentación general de la factoría se han analizado las funciones y flujos de los distintos talleres de la misma, centrándose las páginas siguientes en el taller de Mecanizado Jxx (Nave F).

Sobre una superficie de 20.000 m², se agrupan en él las líneas de producción y unidades auxiliares (ver la figura 1.4) en las que se realiza el mecanizado de las piezas de transmisión de potencia (generalmente conocida como *Piñonería*) de las cajas de la familia Jxx fabricadas en la factoría, ver figura 1.2. Estas son las piezas que junto a los *cárteres* y *ejes*

se consideran depositarias del *know-how* de la compañía y de las que fundamentalmente depende el coste final del producto y su calidad.

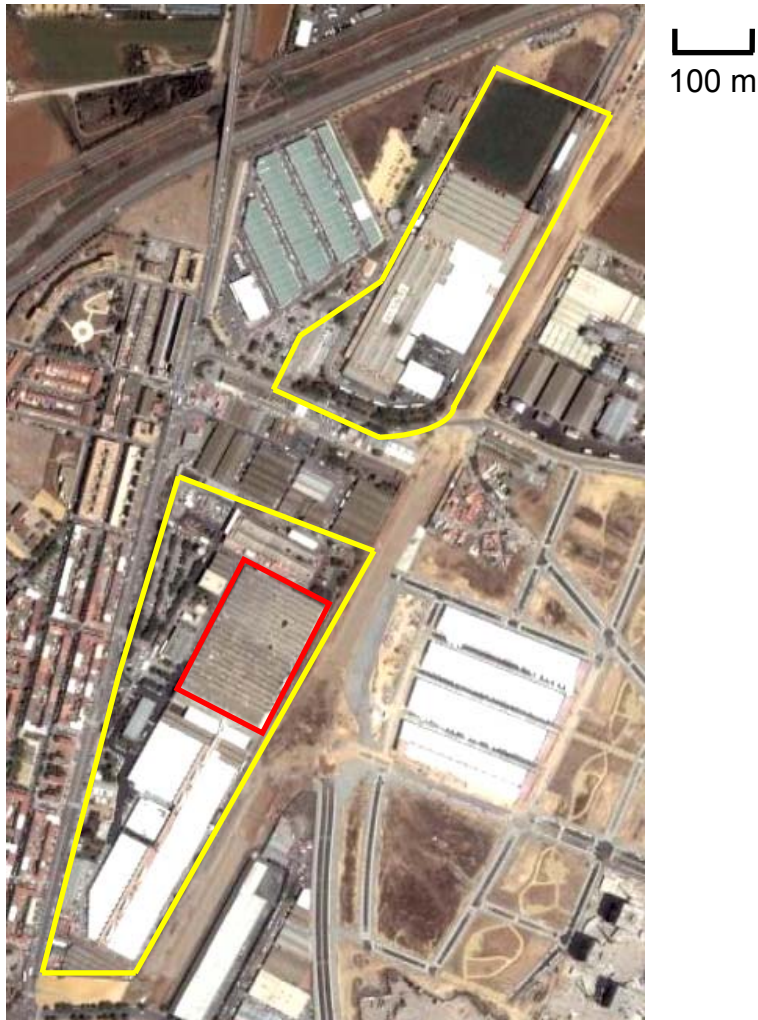


Figura 1.3. Situación de la factoría (contornos amarillos) y del taller de mecanizado 'Nave F' (rectángulo rojo).

Los problemas principales, que afectan al taller estudiado, son los siguientes:

- Niveles de ruido y contaminación del aire muy altos.
- Falta de ergonomía en muchos puestos de trabajo.
- Dificultad de mantenimiento sobre máquinas de un parque con una antigüedad media de 12 años.



- Falta de espacio para nuevas líneas o modificación de las existentes, así como deficiencias de espacio para la estructura auxiliar del taller.

Debido a sus dimensiones, se hace necesaria la organización jerárquica del taller en 4 *Centros de Gastos* para las líneas de producción y otro para el mantenimiento asociado a éstas, además de la asistencia de servicios comunes de la fábrica (Instalaciones, Control de engranajes, Seguridad, etc...).

La distribución de dichos centros se hace siguiendo varios criterios:

1. Funcional y/o tecnológico, por el que se agrupan diferentes líneas de producción que producen piezas funcionalmente similares (por ejemplo, las líneas de piñones locos).
2. De proximidad física entre sí (por ejemplo, las líneas de piñón intermedio de marcha atrás y las de desplazables).
3. De equilibrio en la distribución atendiendo a número de operaciones, máquinas, operarios, consumos, etc...

La siguiente tabla recoge la estructura existente en la actualidad en la Nave F:

Código	Líneas	Personal*
532	Desplazables, cubos, PIMA, piñón fijo 5ª	21
547	Árbol Secundario, Planetarios	36
548	Piñones Locos	36
549	Árbol Primario, coronas	36
545	Mantenimiento de todas las líneas	21

*Personal asignado a los tres turnos de trabajo en conjunto

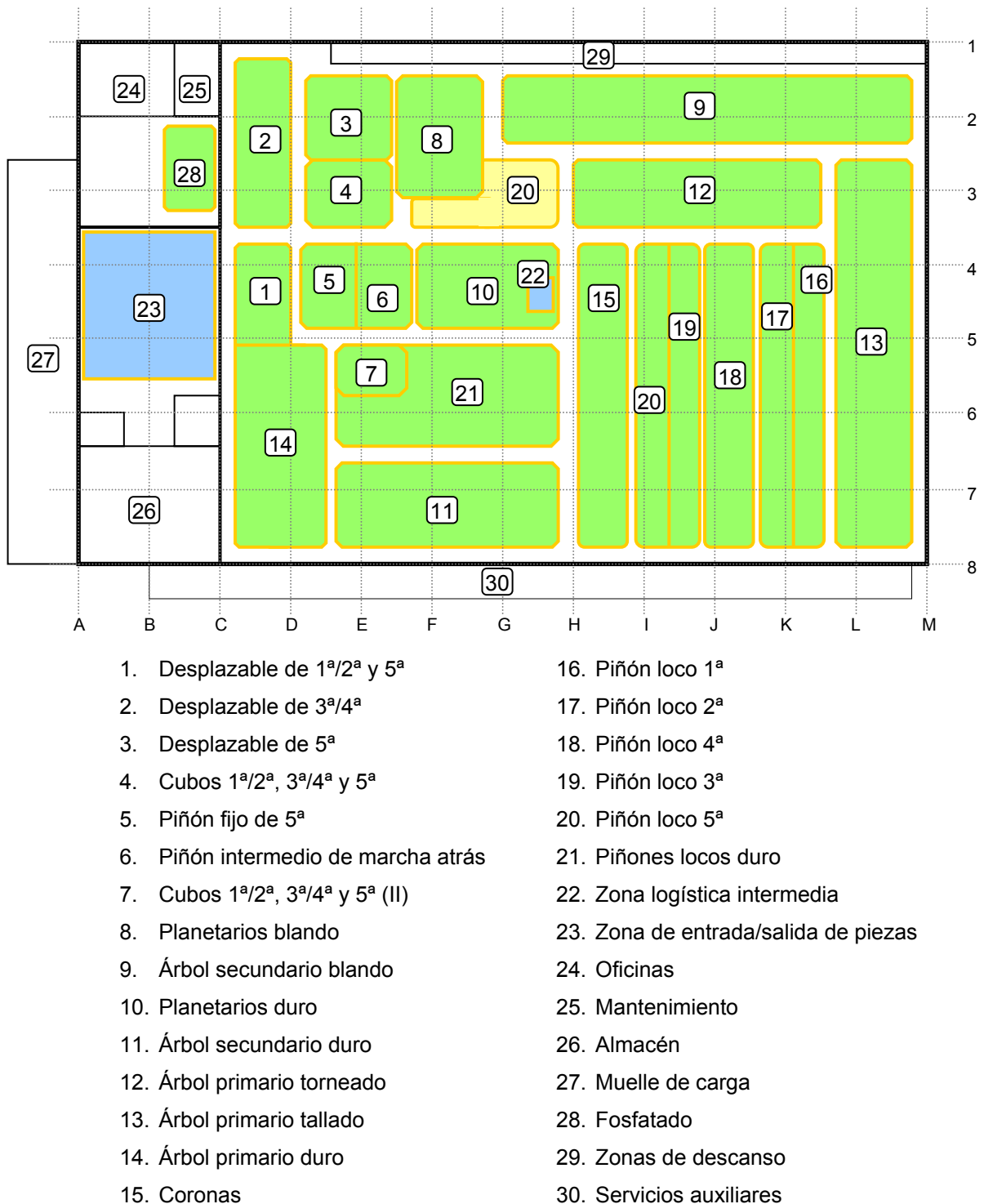


Figura 1.4. Distribución de líneas de fabricación y servicios auxiliares en la Nave F.



Estos Centros de Gastos así formados, se constituyen en la *Unidad Elemental de Trabajo*, de manera que establecen la primera limitación dentro del ámbito del taller para la reorganización del mismo. Como es posible anticipar del criterio número tres anterior, esta división es fundamental para la gestión económica del taller.

1.6 Flujos logísticos

Sin entrar en la descripción detallada de la logística de cada pieza, se puede describir un flujo logístico genérico y común a todas ellas:

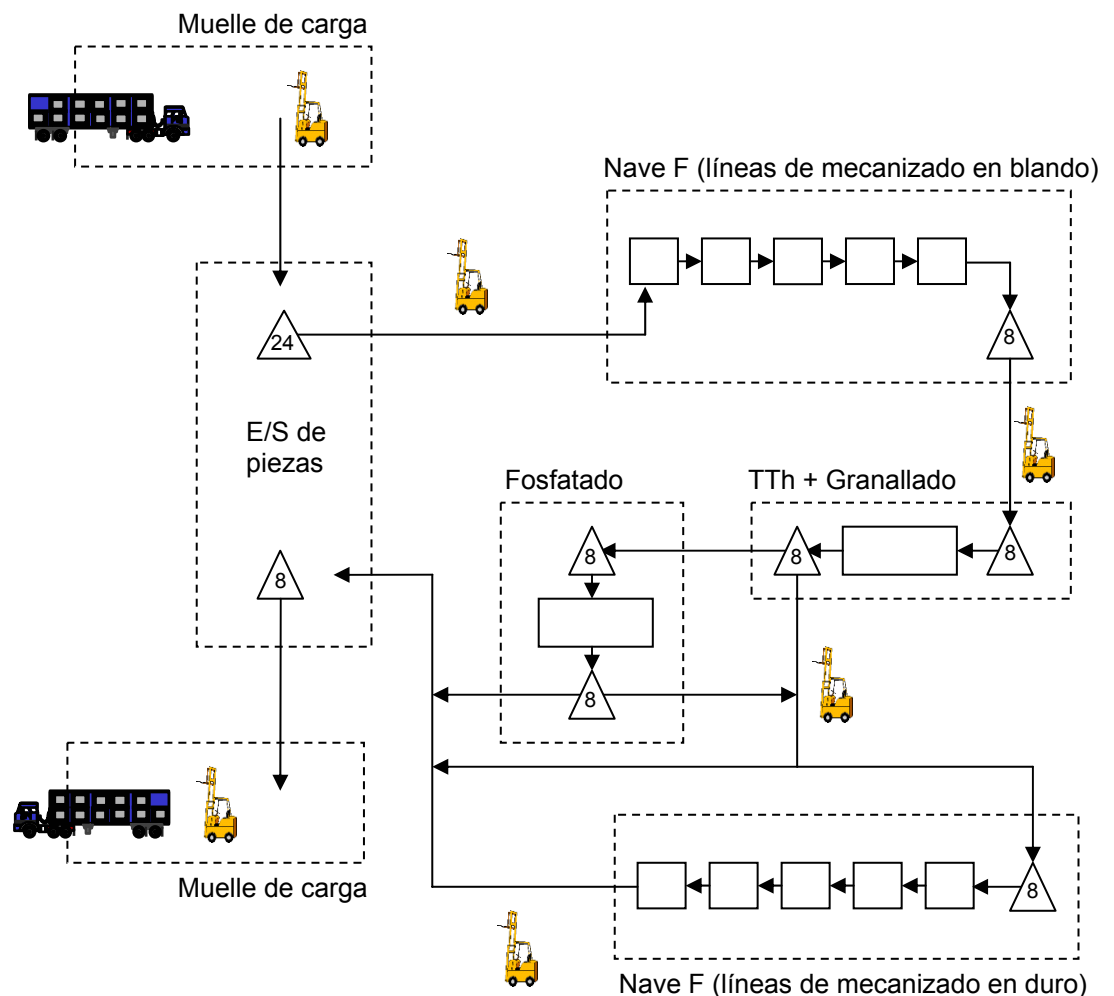


Figura 1.5. Esquema de los flujos logísticos para la fabricación de una pieza.



En la figura 1.5 se representan los flujos entre las distintas operaciones, ya sean de carga/descarga, mecanizado, tratamiento, etc...

Dependiendo de la pieza en particular, el esquema logístico concreto puede variar enormemente. Así por ejemplo, mientras la pieza 'piñón intermedio de marcha atrás' tiene solamente 4 operaciones de mecanizado, 1 tratamiento térmico y las cargas y descargas asociadas, la pieza 'árbol primario' conlleva 36 operaciones de mecanizado, 3 tratamientos distintos y todas las manipulaciones intermedias.

Lo que tienen en común todas ellas es la realización de controles frecuenciales entre operaciones, y de controles 100% a la salida, aunque éstos no han sido representados en la figura.

Otro condicionante para la fabricación y la logística es el movimiento de los embalajes usados en cada transporte. Evidentemente, no es lo mismo transportar la pieza en bruto, proveniente del proveedor, que la pieza ya mecanizada en blando o la pieza acabada lista para ser enviada al montaje. Para ello se utilizan distintos embalajes entre los procesos que, como se verá más adelante, condicionan en parte la distribución del trabajo y por tanto la productividad.

En cuanto a los *stocks* y los tiempos de espera, dentro de cada símbolo de almacenamiento se indica el número máximo de piezas almacenadas, expresado en horas de producción).