



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado

o

Diseño industrial de una planta de elaboración de productos cárnicos:

Autor/es

Wamba Daniel Galindo Asurmendi

Director/es

Dra. María José Oliveros Colay

Facultad de Veterinaria
2015

ÍNDICE

1. Resumen.....	2
2. Abstract.....	2
3. Introducción.....	3
4. Justificación y objetivos.....	5
5. Metodología.....	8
6. Conclusiones (Conclusions)	25
7. Aportaciones en materia de aprendizaje.....	26
8. Bibliografía.....	27
9. Anexos.....	28
a. Anexo I.....	28
b. Anexo II.....	30
c. Anexo III.....	34
d. Anexo IV.....	38
e. Anexo V.....	46
f. Anexo VI.....	48
g. Anexo VII.....	51

RESUMEN

El presente proyecto es, en esencia, la reformulación de un proyecto ya existente. Dicho proyecto previo plantea la construcción de una planta de despiece de canales de cerdo ibérico para su posterior transformación en diversos productos como jamones, paletas, lomos y varios tipos de embutidos. No obstante, las pretensiones de lo proyectado no alcanzan más allá del aspecto productivo. La naturaleza de los productos elaborados, sin embargo, obliga a transformar por completo el planteamiento existente inicialmente. Esta transformación pasa, necesariamente, por la integración de los preceptos de la higiene alimentaria en el diseño global, así como la comuniónde estas modificaciones con el mantenimiento de la producción deseada y una adecuada planificación de la logística interna. Logrando interrelacionar estos aspectos se consigue, además de mantener unas garantías de seguridad alimentaria y calidad de los productos, una productividad satisfactoria, reduciendo tanto los tiempos y desplazamientos internos como los costes de producción.

Para alcanzar este objetivo se suceden varias actuaciones; estas pasan por efectuar una revisión de la legislación alimentaria vigente así como de las guías de prácticas correctas. Asimismo se desarrolla e implanta un sistema de APPCC. Por otra parte, se revisa el lay-out inicial, acto al que le sucede una modificación en la disposición de elementos dado el incumplimiento de diversos requisitos higiénicos en la construcción.

Como resultado final se espera que la integración de los requisitos higiénicos en el diseño del lay-out y el programa productivo o logístico de la planta tengan la menor significación económica posible. Tanto es así que la conjunción de los diferentes elementos implicados en el diseño permite, además de cumplir con la legislación y superar satisfactoriamente los controles oficiales, reportar a la industria beneficios procedentes de la confianza percibida por el consumidor fruto de la seguridad alimentaria ofrecida.

ABSTRACT

The project starts with the idea of analyzing a previous work, focused on a meat industry design where cured iberic ham, marinated tenderloin and different kind of sausages, amongst others products, are made.

Nevertheless, results achieved do not reach beyond the productive aspects. However, nature of the products made in the plant require to completely change the angle. Integration

of food hygiene provisions in the overall design is a must do, and it shall be modified keeping internal logistics and production. It is shown that synergic effect of keeping these three terms working together may improve guarantees of food safety and high quality standards. As a result, downtime, costs and internal transport might decrease, with no effect in production.

To achieve this goals several tools shall be used. These undergo through a tight review of food legislation as well as good practices guides. HACCP system is also developed and implemented in the plant. Moreover, the initial lay-out is changed in its elements arrangement due to many proved hygiene failures.

The result expected is that integration of the hygiene requirements in the design, logistics and lay-out has the least possible economic effect in production. In addition, combination of the different elements involved in design allows industry, beyond meeting the legislated and successfully passing official controls, to report benefits from the safety perceived by customers and avoiding food crisis and alerts.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la práctica totalidad del pasado siglo el sistema productivo de las industrias alimentarias no solo ha sido ineficiente sino que no ha tenido en cuenta otros aspectos relevantes para el sector, como son las medidas higiénicas. Adicionalmente, con pequeñas excepciones de las grandes corporaciones, la industria alimentaria es uno de los sectores en los que menos se introducen innovaciones. Si bien es cierto que se lanzan multitud de nuevos productos la tecnología con la que son elaborados y los sistemas de producción y de gestión de dichas industrias siguen siendo los mismos. Esto constituye una desventaja competitiva para el sector, traducida en ingentes sumas de dinero en costes productivos, de distribución, de almacenamiento, de financiación, de oportunidad, costes de aprovisionamiento y de almacén, costes de rotura de stock, costes de contrataciones y despidos, de subcontratación, u otro tipo de coste subsidiario.

El presente proyecto parte de un proyecto ya existente. Dicho proyecto previo versa sobre el diseño de una planta industrial dedicada al despiece de canales de porcino. A pesar de regular diversos aspectos técnicos como el plano (en adelante lay-out), los costes de construcción, la optimización del espacio o aspectos socio-económicos como la justificación de la región escogida para su desarrollo, tras un análisis preliminar se hace evidente que presenta una serie de carencias motivadas por la naturaleza alimentaria de los productos que

en dicha planta se elaboran, lo cual hace que en ella deban aplicarse una serie de prácticas higiénicas basadas tanto en la legislación vigente en materia alimentaria.

La naturaleza de este proyecto no es otra que la incorporación de las diferentes herramientas y prácticas a disposición del tecnólogo de los alimentos para lograr que los productos elaborados en la planta no solo cumplan con los requisitos legales para su comercialización, sino que además sean nutritivos, genuinos, apetecibles y de la mejor calidad posible. Cabe mencionar la dificultad que esto conlleva dada la cantidad de aspectos que es preciso modificar y, además, con el menor efecto posible en el rendimiento y eficiencia de la producción. Esto es debido a que pequeños cambios en el lay-out, en la disposición de los equipos, puestos de trabajo o introducción de procesos como el lavado de manos y botas para favorecer la higiene pueden hacer que los tiempos y volumen de producción se resientan considerablemente.

Es posible, además, que la demanda no solo varíe estacionalmente, sino que lo haga en volumen anual o en las características de los pedidos que realizan los clientes, existiendo una tendencia hacia la producción de lotes pequeños pero con una gran variedad de referencias. Contemplando estas dos posibilidades puede ser recomendable un sobredimensionamiento de los almacenes que permita satisfacer las posibles variaciones en la demanda futura. Por otra parte, en la actualidad las necesidades productivas son diferentes. En este momento de reconversión se precisan industrias que empleen el mínimo número de recursos posibles de todo tipo, con una adaptación total a las necesidades de los consumidores, en base al sistema pull y con una gestión basada en la flexibilidad del sistema productivo.

Este nuevo contexto arroja un exceso de oferta sobre la demanda, gran variedad de productos, un alto nivel de exigencia de los clientes, plazos de entrega muy cortos y en pequeños volúmenes, así como una visión de la calidad total como condición previa. Es, por tanto, preciso realizar un diseño en planta que minimice las ineficiencias y, además, dotar nuestro sistema productivo de herramientas que eviten las pérdidas de tiempo en actividades que no aportan valor al producto, en una aproximación al sistema lean de producción (Cuatrecasas, Lluís. Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible).

En el mundo, el sector del porcino arroja más de un 39% de la producción mundial de carne para consumo humano (15,3 kg de carne por persona y año, según FAOSTAT 2014). En la Unión Europea, segundo productor mundial, también es un sector de peso, siendo España el segundo país productor detrás de Alemania. Por Comunidades Autónomas se encuentran Galicia, Extremadura, Andalucía y Castilla y León, con una mayor

implicación del sistema de explotación en intensivo. De esta producción cerca del 50 % es exportado, en su mayoría dentro de la U.E. (1.135.933 Tm) y el resto (375.041 Tm) al resto del mundo. Las importaciones (225.793 Tm) también procede en su mayoría de países de la U.E. (224.963 Tm).

En contrapunto con este desarrollo industrial, surgen a principios del siglo XXI una serie de voces en el contexto de la Unión Europea que por la cantidad de incidentes que estaban teniendo lugar con la industria alimentaria como responsable, el desarrollo de nuevas tecnologías como los tratamientos con microondas, la irradiación o el uso de aditivos, manifiestan la necesidad de realizar cambios en la regulación de la higiene, mediante el Libro Blanco de Seguridad Alimentaria, posteriormente la U.E. elaboró una serie de medidas y normas, encabezadas por el Reglamento (C.E.) nº 178/2002 donde, entre otros aspectos, se reguló la creación de la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria), el órgano supremo de gestión de la Seguridad Alimentaria en el continente.

Por otra parte, otro ámbito de actuación será la organización y gestión de la logística interna de la planta. En el proyecto de partida no se tiene en cuenta el carácter alimentario de la industria, de modo que no se respetan protocolos como la limpieza y desinfección de instalaciones, equipos, utensilios, materiales auxiliares y operarios, no se tienen en cuenta desplazamientos internos, labores de control de materias primas, productos semi-elaborados o bien de producto final ni los recorridos efectuados por el responsable del autocontrol mediante el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC).

En última instancia, se aborda un aspecto generalmente olvidado como es la prevención de riesgos laborales y la higiene en el trabajo.

Para una satisfactoria materialización de nuestros objetivos respecto al lay-out, a la disposición de los puestos de trabajo y posición de los equipos se plantean una serie de soluciones a partir de una revisión bibliográfica de la legislación vigente (ver Anexo I) por un lado y de un análisis herramientas propias de diseño industrial posteriormente descritas para los casos en los que la legislación no establece unas bases o simplemente indica unos resultados a obtener pero no el vehículo para lograrlos.

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Tras efectuar una lectura preliminar del proyecto existente se observa que se trata de un proyecto ingenieril encaminado a dirigir la edificación y programación de la producción de una planta de despiece de porcino y elaboración de productos cárnicos. Este

planteamiento se basa en la disposición de elementos en un plano y partir de ahí el desarrollo de la logística interna y el cálculo de los recursos materiales y humanos se realiza de forma secundaria. Además, la naturaleza del producto no se tiene en cuenta, ya que es de naturaleza biológica y requiere de un tratamiento especial. Paralelamente, se ignoran los aspectos relativos a la logística interna limitándose a la indicación del flujo principal que sigue el proceso de elaboración (consistente en pequeñas variaciones del clásico proceso en U). No obstante, y a pesar de la situación inicial se realiza una crítica del proyecto inicial, con el fin de establecer sus puntos fuertes, que serán mantenidos en el proyecto final, y los puntos débiles, objeto de las modificaciones llevadas a cabo, tanto en materia de higiene como en el ámbito logístico, obteniendo un alcance global en el diseño último.

En primer lugar, analizando el lay-out original, se observa la inoperancia de ciertas etapas descritas posteriormente, así como la ausencia de unas medidas de higiene coherentes. Es esto lo que trata de corregirse con las prácticas generales de higiene citadas y que deben ser implantadas sin excepción alguna y con una minuciosa logística interna.

El objetivo de implantar nuevas medidas de higiene persigue, además de cumplir con la legislación, la finalidad de generar un ambiente de trabajo seguro (o al menos susceptible ya que no existe el riesgo 0) para evitar la aparición de alertas alimentarias a favor de la calidad de los alimentos, de modo que el consumidor perciba la empresa como una marca de confianza.

La modificación del lay-out, además de contribuir a mejorar los estándares de higiene, posibilita asimismo la optimización del espacio disponible, facilita los desplazamientos de mercancías y operarios, disminuyendo los tiempos productivos, lo cual tiene un efecto muy positivo en la productividad.



Figura 1. Acciones tomadas y efectos logrados.

Por otra parte, la revisión del diseño obedece, en plano secundario pero no menos importante, a la necesidad de modernizar el sistema productivo de los productos cárnicos fabricados, de modo que se obtengan lotes de elevada y uniforme calidad. A tal efecto existen varias herramientas como el despliegue de la función de calidad (QFD), el control de calidad, las buenas prácticas higiénicas y de fabricación (BPH y BPF) o la realización de auditorías de proveedores y la propia planta, pasando, por supuesto, por la descripción de cuáles son los estándares de calidad (en este caso coincidirán con las normas de calidad vigentes).



Figura 2. Esquema de mejora continua de la calidad de los productos.

METODOLOGÍA

La metodología seguida se plantea como una serie de requerimientos que es preciso mantener bajo control, durante el diseño de la industria, como durante su actividad. En primer lugar, y ya planteadas las deficiencias más representativas en materia de higiene, así como sus posibles soluciones el siguiente paso consiste en la proyección de dichas soluciones en el re-diseño de la planta. Para desarrollar las diferentes alternativas para el presente proyecto se han tenido en cuenta las opciones para incorporar la variable higiene al cálculo de costes, entendiéndola como un valor añadido más que un coste inútil. También se persigue la homogenización del producto elaborado, la reducción del coste de fabricación, sin reducción por ello del estándar de calidad. Además, resulta de relevancia atender a dos aspectos como son la gestión de la producción anual, la definición de las líneas de producto, el flujo y los tiempos, así como las fluctuaciones y el sobredimensionamiento de almacenes para poder satisfacerla.

Las fases del re-diseño son diversas, comienza con el planteamiento del diagrama de flujo productivo, al que le sucede el del lay-out, la ordenación de equipos, medios auxiliares, operarios y materiales, el diseño de la logística interna, el cálculo de recursos necesarios, los aspectos higiénicos relativos al diseño y, tras una evaluación de los puntos fuertes y débiles, se emite una conclusión. A partir de la misma se establecen modificaciones en el diseño original sucesivamente hasta alcanzar el diseño óptimo final.

Paralelamente al desarrollo del diseño global, como ampliación del proyecto podría resultar muy interesante la aplicación de una política de aseguramiento de la calidad y QFD, que permitirá el progresivo y permanente desarrollo de mejoras en procesos y productos. Este aspecto resulta altamente relevante a la hora de posicionar productos competitivos y de calidad en el mercado, así como evita costes de mantenimiento o permite minimizar pérdidas por materiales defectuosos.

SITUACIÓN INICIAL

LAY-OUT original (Ver Anexo VII)

CURSOGRAMA

Es común a todos los lay-outs dado que solo son modificados algunos aspectos puntuales, manteniéndose los desplazamientos y actividades principales.

1. Recepción de materias primas

El proceso consiste en la descarga de las canales del camión para colgarlas en la vía aérea, que comienza en el mismo muelle de descarga, mediante la cual se transportan hasta la cámara de almacenamiento de canales frescas, durante un tiempo no superior a 6 días, a una temperatura no superior a 7 °C.

Además de los operarios para la descarga será necesaria la presencia de una persona, responsable de calidad, encargada de tomar las muestras, llevarlas al laboratorio y efectuar los análisis de las materias primas, de comprobar los registros de temperatura, que no será superior a 7 °C y, en definitiva, al cumplimiento del sistema APPCC.

Es necesaria también una mesita dotada de un sistema para la firma de albaranes y organizar el inventario de material entrante. Tanto por logística como para facilitar la trazabilidad en materia de higiene.

2. Almacenamiento canales frescas

En esta etapa, las canales permanecen colgadas para su almacenamiento en vías aéreas paralelas hasta el momento en que se transportan hasta la sala de despiece contigua. El tiempo invertido en el transporte es de 0,6 m/s para cada canal, al que se le multiplicará el número de canales que sean faenadas en el lote de producción. Será necesario que el responsable de calidad realice los controles de temperatura y HR relativos al APPCC.

El diseño del almacén permitirá que se siga el sistema FIFO (first in – first out) dada la naturaleza perecedera de nuestro producto y la ausencia de carnes de otras especies. Asimismo, permitirá una limpieza y desinfección a fondo de suelos, paredes y vías aéreas e incorporará el pertinente desagüe y lavadero de manos automático.

Se tendrá en cuenta un sobredimensionamiento del almacén de un 20% en previsión de fluctuaciones estacionales en la demanda, aunque no se contemple en la producción habitual.

Al margen de estos aspectos no existirá más mobiliario en la estancia.

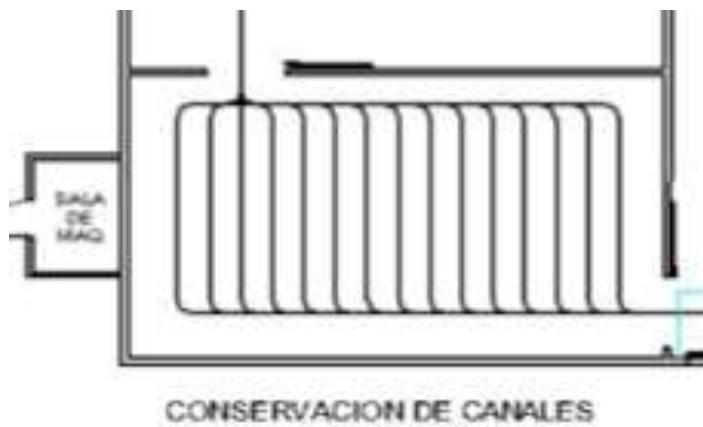


Figura 3. Sala de almacenamiento de canales frescas.

3. Sala de despiece

Tras la salida de los canales por vía aérea hasta la sala de despiece se realiza el descolgado de la canal y se deposita en la mesa de despiece.

Se elimina espinazo y cabeza y se depositan en cubetas de plástico por los dos primeros operarios que habían traído cada canal. Se corta cada canal en dos mitades y, después se separa en tercios que son separados en dos flujos.

Al puesto 2 llegan las piezas de lomo y jamones, que son clasificadas en una mesa giratoria por un operario, que pesa los jamones y los cuelga de nuevo en la vía aérea saliente. También pesa los lomos y los introduce en carros con ruedas para llevarlos, junto con los jamones en la cámara de producto despiezado.

En el puesto 3 se recoge de la mesa giratoria la carne destinada a venta para consumo humano en fresco, que se coloca en cajas de plástico, dichas cajas en pallets y también se llevan a la cámara de producto despiezado por un operario, que a la vuelta traerá cajas vacías del almacén de utilaje para repetir la operación.

En el puesto 4 un operario recoge la carne destinada para embutido y carne para lomitos y, en cubetas que va llevando a la cámara de producto despiezado. Repite la operación de vuelta traes coger cubetas vacías.

En esta previsión son necesarios 7 operarios, 3 en el primer puesto y 1 en cada uno de los siguientes.

La sala deberá estar provista de lavamanos automático, y la higiene deberá ser especialmente fuerte en esta etapa debido a que es la zona más sensible de nuestra industria. Deberá mantenerse una temperatura de 12 °C y la carne por debajo de los 3 °C, deberán minimizarse los tiempos de permanencia del producto en las cubetas y carros. Los manipuladores deberán portar además de la vestimenta habitual de trabajo, gorro, mascarilla,

guantes y la limpieza de los utensilios, superficies, suelos y demás utilaje deberá realizarse tras cada lote de producto faenado o, incluso con mayor frecuencia si fuera necesario.

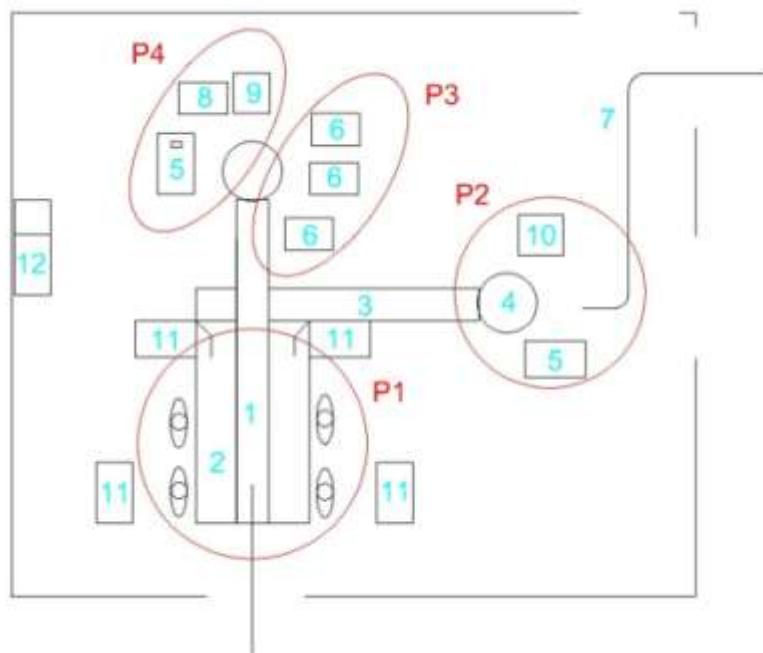


Figura 4. Sala de despiece.

4. Cámara de conservación del producto despiezado

La carne se traslada progresivamente a la sala de conservación de producto despiezado durante un periodo de 24-48 horas a una temperatura no superior a 7 °C.

5. Salado y lavado de jamón

Los jamones salen de la cámara de conservación de producto despiezado por la vía aérea hasta la sala de salado y lavado, donde se procede a su curación. Dicho proceso consta de varias fases:

- **Marcado:** antes del proceso de salazón. Se marcarán de forma legible e indeleble con un sello en que figure la semana y año de inicio del periodo de curación.
- **Salazón:** los jamones pasan a salarse con una mezcla de sal común y nitrificantes. El mecanismo de salado es mecánico, depositándose el jamón en la máquina de salado y una saladora de tornillo verterá la mezcla encima. En contenedores se colocan capas alternativas de jamones y mezcla para lograr

un resultado homogéneo. Los contenedores se llevan a la cámara de salazón donde permanecerán durante un tiempo calculado a razón de un día por kilogramo para que se alcance una pérdida de un 3-7% del peso inicial. La temperatura será de 1 a 5 °C y la humedad relativa en torno al 70-80%.

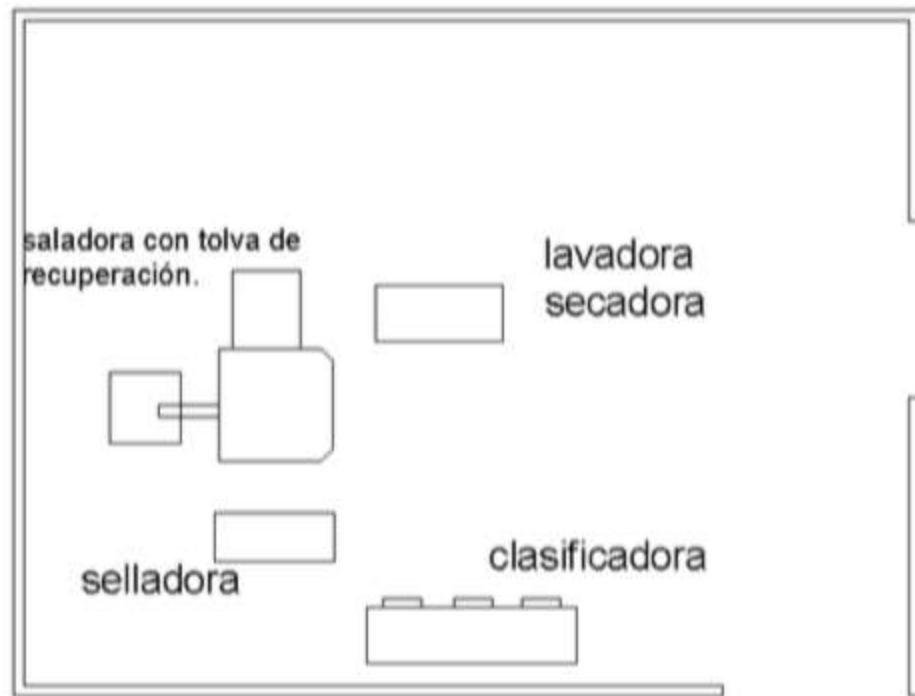


Figura 5. Etapa de salazón de jamones.

- Lavado: tras sacar las piezas de los contenedores se hacen pasar por unas rejillas que eliminan parte de la sal y quedan los jamones encima, que serán recogidos por un operario cuya misión es depositarlos en una máquina de lavado por chorro a presión y la sal separada se elimina mediante tornillo. Posteriormente se introducen en la máquina formadora contigua con el propósito de eliminar el agua retenida. Por último se cuelgan en estanterías apilables donde terminan de escurrir. A partir de esta fase el transporte y manipulación de las piezas está de nuevo mecanizado.
- Post-salazón: llegan los jamones en jaulas transportados por las apiladoras para permanecer en la sala unos 40 días.

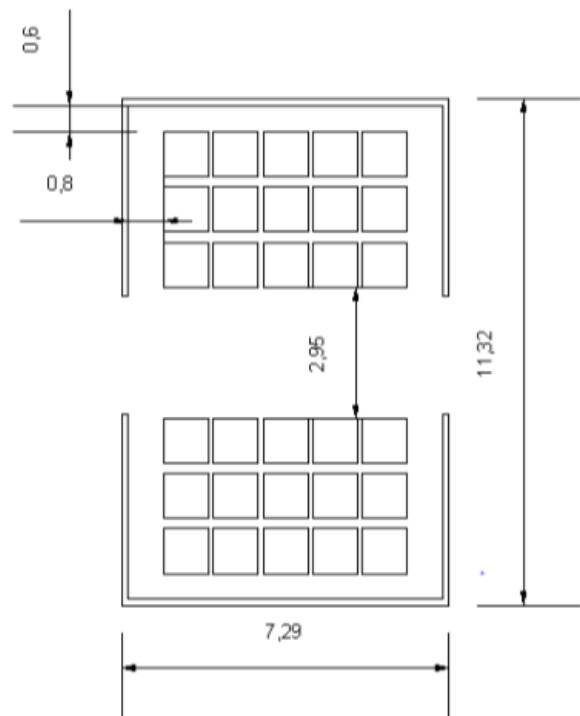


Figura 6. Cámara de post-salazón.

6. Secadero jamón

- Secado: tiene lugar en el secadero, durante un periodo de 155 días. Igualmente, colgados en estanterías y transportados en apiladoras.

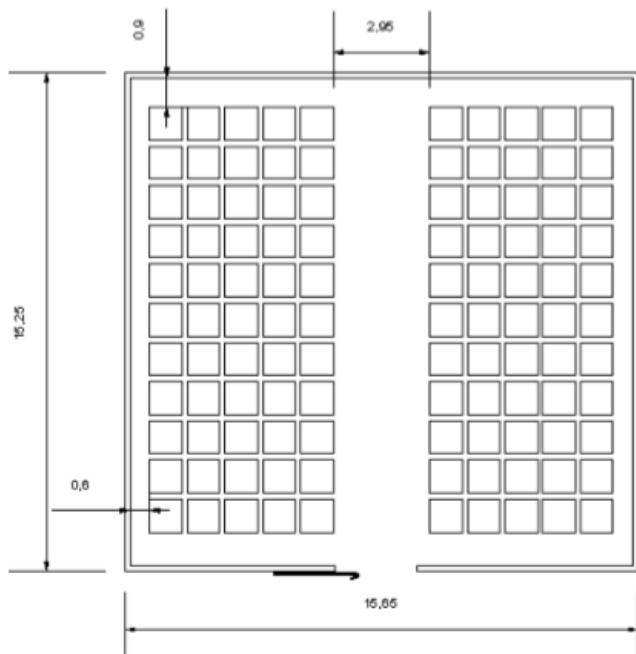


Figura 7. Secadero.

- Estufaje y mantecado: los jamones se introducen en la sala de estufaje durante 15 días y, a su salida, se recubren de manteca las piezas.

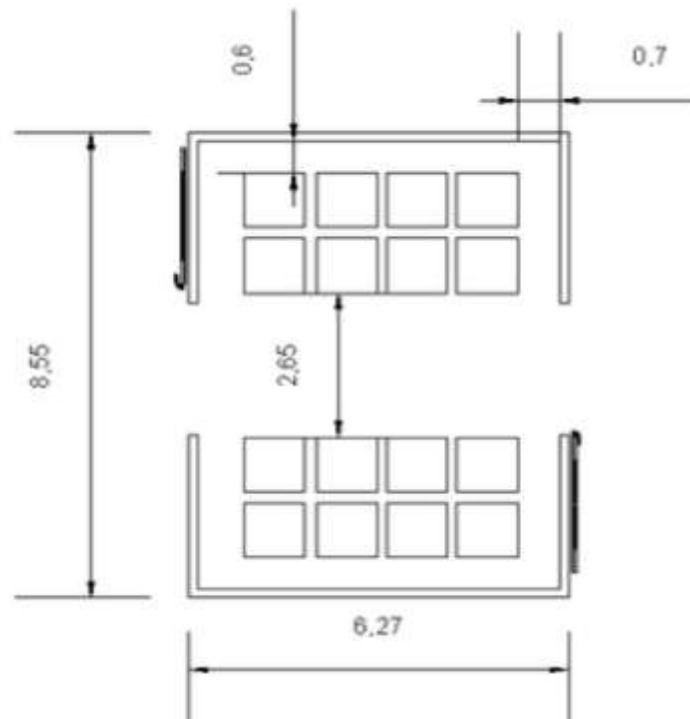


Figura 8. Sala de estufaje de jamones.

- Curado en bodega: durante esta fase continúan los procesos bioquímicos de maduración, con intervención de la flora microbiana que contribuye al aroma y sabor final del producto.

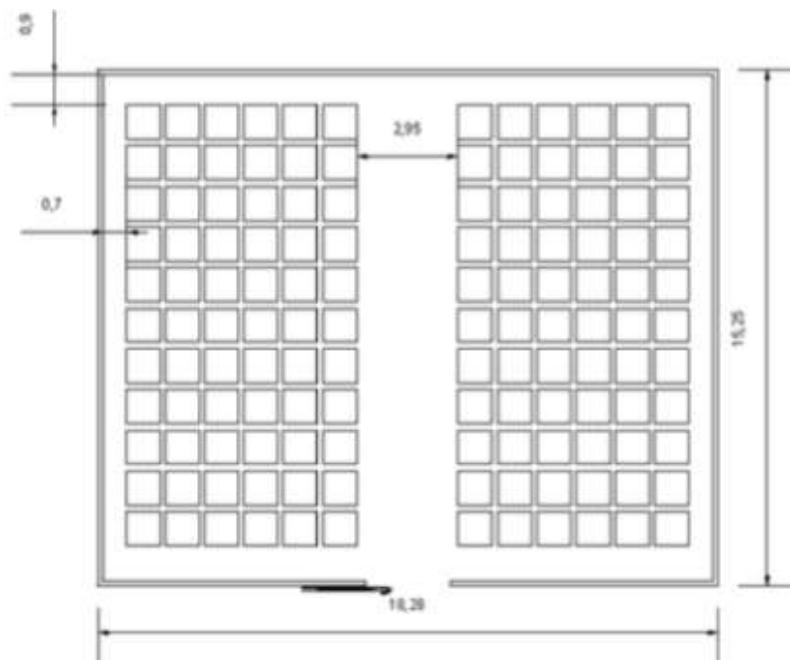


Figura 9. Bodega de jamones

7. Almacenamiento y expedición

En el último momento se produce el asentamiento, que tiene como resultado:

- Una humedad uniforme.
- Una textura superficial normalizada.
- Equilibrio de los caracteres organolépticos.

El producto permanecerá en esta fase un periodo mínimo de 140 días de proceso, hasta alcanzar una merma mínima del 33% con respecto al peso en sangre.

8. Elaboración embutidos

La elaboración de embutidos es prácticamente la misma para casi todos ellos, con la salvedad de las materias primas utilizadas y sus formulaciones, así como los tiempos de curación, etc.

En función del tipo de embutido a elaborar se escoge la carne de la sala de producto despiezado, se pesa y se transporta en contenedores a la sala de elaboración de embutidos. Aquí se introduce en la picadora durante 10 minutos y, después, se mezcla con los demás ingredientes en la amasadora otros 10 minutos. Tras el amasado, mediante contenedores, se traslada la masa a la cámara de reposo de masas, donde permanece 24 horas a una temperatura no superior a 2°C y 90% de humedad relativa. A esta fase le sigue el embutido en tripas, que anteriormente se han acondicionado. Finalmente, tiene lugar el atado o clipado y sucesivo colgado de las piezas.



Figura 10. Sala de elaboración de embutidos.

9. Secadero de embutidos

Los embutidos pasan por dos fases de secado en cámaras con diferentes características. En la primera cámara los embutidos permanecen 20 días a 10 °C y 70% de humedad relativa. En la segunda cámara permanecen otros 20 días a 15°C y 80% de humedad relativa, momento en que tienen lugar los procesos químicos y microbiológicos de maduración y desarrollo del aroma y sabor propios de cada tipo de embutido.

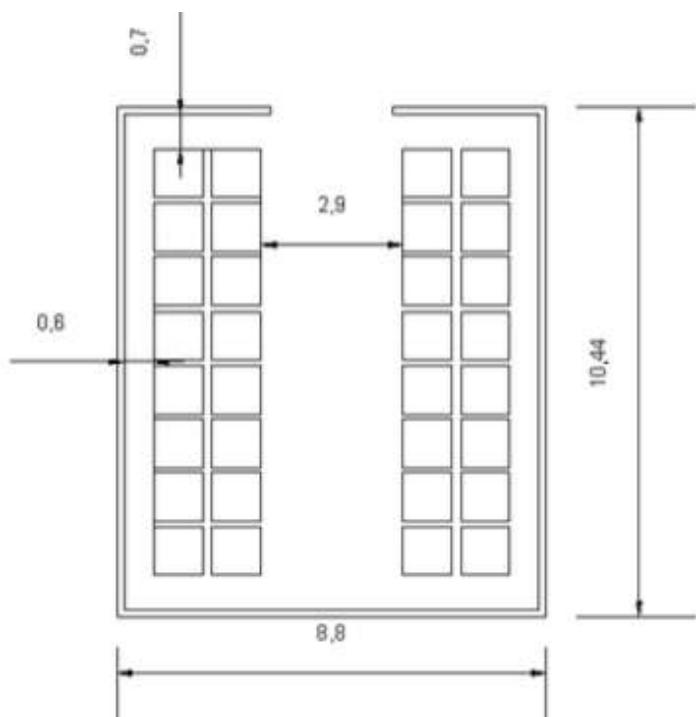


Figura 11. Sala de estufaje de embutidos.

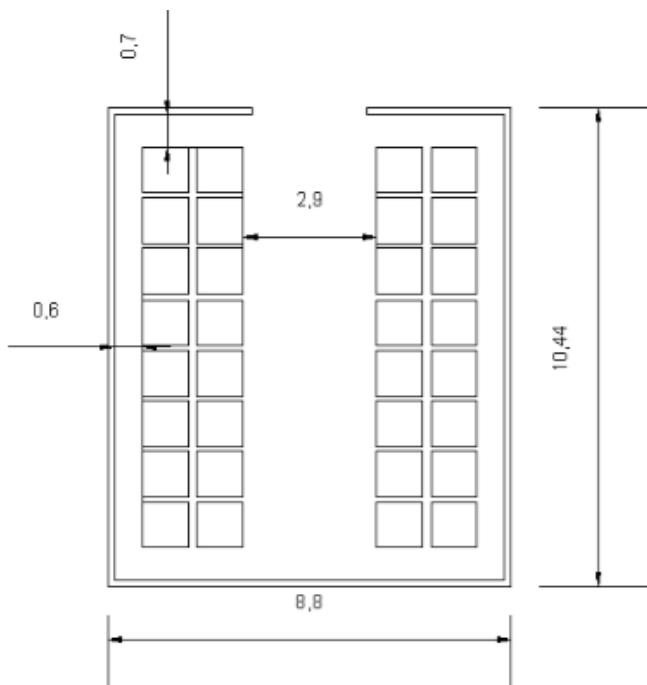


Figura 12. Sala de curado y maduración de embutidos.

10. Secadero de lomos

Tras el transporte de los lomos masajeados desde la cámara de elaboración de embutidos se procede al estufaje de los lomos a 12 °C y 70% H.R. Por último se pasa a la sala de secado-curado para la maduración final de los productos, a 18 °C y 80 % H.R. Ambas estancias se reparten el 50% de la producción o lotes, por lo que su tamaño y disposición es idéntico.

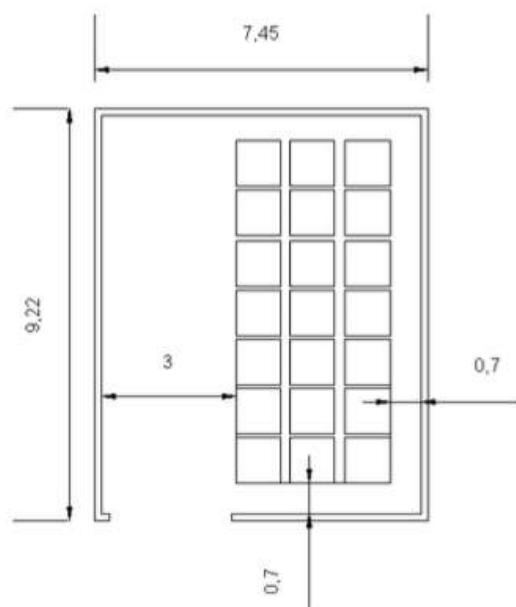


Figura 13. Salas de estufaje y maduración de lomos.

11 Etiquetado y expedición

Hasta dicha estancia llegan las diferentes líneas de productos terminados desde las distintas cámaras de maduración. La temperatura será inferior de 12 °C y no superará el 80% H.R. En esta sala se dota a las diferentes referencias del envasado pertinente, vitolas y resto de etiquetas que precisen.

DISEÑO de la LOGÍSTICA INTERNA y CÁLCULO de los RECURSOS NECESARIOS

Recepción

Para evitar roturas de stock y poder hacer frente a las fluctuaciones estacionales en la demanda de nuestros productos se calcula un sobredimensionamiento de la producción del 20%. Lo cual supone 100 canales más semanalmente, cuyo tiempo se incluiría, previsiblemente al jueves dado que la carga de materia prima recibida es menor.

Despiece

El tiempo de permanencia en la mesa de despiece con cinta transportadora de cada canal es de 200 segundos (velocidad de la cinta de 1,5 cm/s). A este tiempo habrá que sumar el tiempo necesario de transportar por la vía aérea cada canal, a una velocidad de 0,6 m/s.

Por otra parte, el tiempo que le cuesta a los operarios ir sin carga cada vez que terminan una sub-tarea en puesto uno, a una velocidad de 1,4 m/s, lo que multiplicaremos por el número de canales faenadas por lote.

En el puesto 2, cada viaje con jamón colgado hasta la cámara de productos despiezados se realiza a 0,6 m/s, multiplicaremos esto por los metros hasta esa etapa y por el número de canales por dos jamones por cada cerdo. A esto habrá que sumar los mismos metros, por una velocidad de 1 m/s de cada persona con carro por el número de viajes que se haga con los lomos.

En el puesto 3, se recoge de la mesa giratoria la carne destinada al consumo humano en fresco y se coloca en cajas de plástico según el tipo de carne y dichas cajas se colocan en pallets, que se llevan a la cámara de producto despiezado. A la vuelta el operario coge un pallet vacío y cajas vacías para repetir la operación.

En el puesto 4 otro operario se dedica a la recogida de la misma mesa giratoria del puesto 3 de carne destinada a la elaboración de embutidos y lomitos, que introduce en cubetas que, cuando se llenan, lleva a la cámara de producto despiezado. De vuelta coge

cajas vacías y un pallet para repetir la operación. Realiza la misma tarea con la carne para fundición.

Tras finalizarse el faenado del lote de canales deben realizar la limpieza y desinfección de toda la maquinaria y materiales auxiliares que han sido utilizados.

ASPECTOS HIGIÉNICOS DEL DISEÑO

- El diseño posee ciertas carencias como:

- No existe cierre del almacén de utilaje al exterior. Es preciso unir el almacén de limpieza y utilaje más a la derecha, pero en dos compartimentos separados.
- No existe zona de paso directa entre las diferentes líneas (ni en jamón, ni en lomo ni en embutidos).
- En la sala de almacenamiento de producto despiezado no hay separación física entre producto embalado y sin embalar.
- En la zona de expedición no hay una puerta que aíslle del exterior, no puede abrirse a la calle directamente.
- Debería haber una zona de envasado que condense las tres líneas.
- Para el material auxiliar, entrar por la misma puerta de canales y cambiar el almacén de utilaje por almacén de material auxiliar con una separación virtual, no física.
- Desplazar a la derecha la línea de lomos y situar en la pared derecha la etapa de envasado. Así conseguimos ahorro de espacio dada la presencia de un pasillo carente de utilidad.
- Para los residuos, considerar solamente la sala de despiece y la de salazonado del jamón, de modo que exista una puerta para cada uno que lo lleve directamente al exterior. De este modo se consigue evitar la circulación de residuos marcha atrás, por zonas limpias y susceptibles de sufrir contaminación cruzada.

PUNTOS FUERTES Y DÉBILES. CONCLUSIONES

- En primer lugar, respecto a la logística interna y los recursos necesarios, en el estudio inicial existen divergencias. No es posible, matemáticamente que 2 trabajadores efectúen la descarga de 300 canales en 2 horas si se estima que un trabajador puede descargar un promedio de 25 canales por hora.
- Para que el martes las 300 canales estuvieran descargadas en 3 horas serían precisos 4 trabajadores. Tardarían 2 horas en descargar las 200 canales de los jueves.
- En el despiece, según los cálculos iniciales los tiempos de despiece de 5 minutos por canal, lo cual no puede arrojar un volumen de 7 canales faenadas por hora, sino 12. Finalmente, el tiempo para completar las 50 canales por turno no sería de 6 horas y 10 minutos, sería de 4 horas y 10 minutos.
- El diagrama de Gantt aportado no se corresponde con los datos ofrecidos.



Figura 14. Diagrama de Gantt del proyecto inicial (turno de mañana)

Debido a que la disposición del flujo del proceso sigue una forma clásica de “U” y que, además, tras el despiece se divide en tres las líneas productivas y éstas convergen en expedición, tras las pertinentes modificaciones y rediseñar la logística interna y recalcular las necesidades de recursos el modelo inicial puede resultar un punto de partida realmente interesante.

MODIFICACIONES

MODIFICACIÓN 1^a

A grandes rasgos, en esta modificación pretenden subsanarse las carencias sanitarias en la disposición de las diferentes secciones del lay-out y, además, modificar los aspectos logísticos y productivos de modo que la producción calculada puede ser satisfecha o, incluso, incrementada. (Ver lay-out en el Anexo VII).

DISEÑO de la LOGÍSTICA INTERNA y CÁLCULO de los RECURSOS NECESARIOS

A pesar de haber cambiado el lay-out de la planta, el cursograma no se ve modificado sustancialmente ya que los procesos que se llevan a cabo son los mismos. Sí cambia, no obstante, la logística interna. Se plantean los siguientes cambios:

- Recepción de materia prima todos los días. En lugar de recibir 300 canales los martes y 200 los jueves se reciben 100 canales a diario que, asimismo, son faenadas diariamente en su totalidad. De este modo no habrá en modo alguno acumulación de stocks en las cámaras de materia prima fresca, aunque sí se mantendrá un sobredimensionamiento cautelar para satisfacer las posibles fluctuaciones estacionales de la demanda. La recepción diaria de canales permite que 4 operarios descarguen todas las canales en una hora. Esto favorece que a las 8 a.m. puedan proceder a actividades de colaboración en el despiece, preparación de jamones, lomos o procedan a la elaboración de embutidos picados y preparados el día anterior y efectuar todos los desplazamientos de materiales requeridos, sin tener que esperar al turno de tarde para ello. A las 3 p.m., el turno de tarde, puede duplicar el trabajo realizado por el turno de la mañana, teniendo en cuenta que las canales ya están descargadas, de modo que se dispone de 1 hora de trabajo de 4 operarios, que pueden dedicarse a otras tareas como la limpieza de instalaciones al final de la jornada así como el etiquetado y envasado de los productos terminados.
- En esta alternativa son necesarios 16 trabajadores, 8 en turno de mañana y 8 en turno de tarde. Además de un técnico de calidad en cada turno y 2 responsables de la gestión administrativa en las oficinas, haciendo un total de 20 empleados.



Figura 15. Diagrama Gantt del turno de mañana (modificación estudio inicial), software online Tomsplanner.



Figura 16. Diagrama de Gantt del turno de la tarde (modificación del estudio inicial).
Software online Tomsplanner.

ASPECTOS HIGIÉNICOS DEL DISEÑO

Los aspectos que no tenían en cuenta los requerimientos higiénicos han sido solventados implantando las acciones y procedimientos establecidos en la legislación vigente (ver anexos I y III).

PUNTOS FUERTES Y DÉBILES. CONCLUSIONES

Como aspectos positivos de este modelo destacan la práctica duplicidad de las operaciones llevadas a cabo tanto en el turno de mañana como en el turno de tarde, la disponibilidad de tiempo de operarios para la limpieza exhaustiva de unas instalaciones altamente sensibles a la contaminación. También resulta útil la reducción del tiempo de descarga de canales que, además de ahorrar 2 horas de trabajo de 4 operarios cada día, permite la utilización de estos en las tareas de despiece posterior, limpieza, una finalización más rápida del despiece y la posibilidad de iniciar labores de picado de embutidos, tratamiento de salazón de jamones. Por la tarde, se sustituye la fase de descarga de canales

por las fases de envasado y etiquetado de los productos elaborados. El punto débil más marcado de este planteamiento puede ser el hecho de recibir materia prima diariamente (100 canales). El problema no procedería de un incremento de la demanda, ya que para tales periodos se estima un sobredimensionamiento del 20% (20 canales más cada día). La rotura de stocks es el inconveniente al que podría enfrentarse este modelo, a causa de algún fallo en la cadena de suministro de los proveedores de carne, aunque esta irregularidad igualmente es factible en el modelo inicial y podría corregirse modificando el esquema del plan productivo.

HIGIENE EN EL TRABAJO (riesgos y su protección):

En diversas fases de la elaboración, se utilizan cuchillos de mano y otros dispositivos cortantes. Son tareas que registran una tasa de lesiones elevada, desde los cortes con cuchillos hasta las amputaciones, debido a la velocidad a la que operan los trabajadores, el peligro inherente a las herramientas empleadas y la naturaleza con frecuencia resbaladiza del producto. Los trabajadores pueden cortarse con sus propios cuchillos o con los de sus compañeros durante el proceso de preparación de la carne. Debe evitarse, rigurosamente, el corte de carne congelada.

Se exige la utilización de equipos de protección que incluyan casco, calzado, guantes y delantales de malla, defensas de la muñeca y el antebrazo y delantales impermeables. Puede ser necesario el empleo de gafas protectoras en las actividades de deshuesado y preparación, con el fin de evitar la entrada de cuerpos extraños en los ojos de los trabajadores.

La formación y la disposición del espacio suficiente entre trabajadores son necesarios para desempeñar las distintas tareas con seguridad. Los aparatos mecánicos deberán ser limpiados, desinfectados y manipulados con el equipo apagado y, además, deberán disponer de sistemas de seguridad y bloqueo. Además, dichos equipos suelen generar altos niveles de ruido, por lo que han de suministrarse tapones a los operarios. Los pasillos deben mantenerse secos y libres de obstáculos para garantizar la seguridad en el transporte de cargas pesadas.

Las condiciones de temperatura existentes en una industria de derivados cárnicos puede plantear incompatibilidades con un entorno adecuado para las personas, pudiendo derivar en procesos catarrales e incluso principios de hipotermia. Es por ello que, cuando sea

preciso, los operarios serán equipados de ropa de abrigo, preferiblemente en diferentes capas.

Los suelos mojados representan un grave riesgo para el personal, así como las plataformas de trabajo elevadas, por lo que el calzado será con suela rugosa y antideslizante.

La carga de canales y el levantamiento de cajas de carne pueden producir lesiones en la espalda y el trabajo rutinario de despiece y preparación, frecuentemente, puede derivar en tendinitis o tenosinovitis. Para prevenir estos trastornos es recomendable un diseño ergonómico de equipos y utensilios, el uso de ayudas mecánicas, así como un adecuado proceso formativo de los manipuladores y, por supuesto, un programa productivo basado en la rotación de los trabajadores.

Asimismo, para evitar problemas durante los procesos de limpieza y desinfección debe proveerse a los operarios del EPP (protectores de ojos, delantales y mascarilla si fuera necesario), así como garantizar una ventilación suficiente.

Por último, por la naturaleza del sector cárnico, los riesgos microbiológicos asociados pueden ser significativos. Tales riesgos pueden ser los depósitos de residuos como despojos o la propia sangre, que en descomposición pueden constituir un peligro tanto por la presencia de sustancias tóxicas o bien el desarrollo o la presencia de determinados grupos microbianos en suspensión o en los propios residuos, como son *Brucella melitensis*, u otros como erisipela, leptospirosis, dermatofitosis o la aparición de verrugas. Estas enfermedades infecciosas y las dermatitis pueden prevenirse mediante higiene personal, aprovechando los equipos de lavado de manos automáticos de las instalaciones y el suministro del adecuado EPP.

CONCLUSIONES

Un diseño de las instalaciones que ofrezca un alcance global e integre los aspectos higiénicos en los productivos puede eliminar o reducir en gran medida los riesgos en una industria alimentaria con un coste que lejos de suponer un problema financiero para la empresa reporta, incluso, beneficio a largo plazo al operador alimentario. Además de cumplir con la legislación alimentaria en materia de higiene se consigue reforzar la confianza del consumidor, ya que se evitan problemas derivados de crisis o alertas alimentarias (Callejo Gallego, M.J. 2005. *¿Cómo comemos? Cambios en los*

comportamientos alimentarios de los españoles. UNED. Editorial Fundamentos, Madrid, España). Este aspecto puede inclinar la balanza de las ventas muy positivamente a los productores que ofrecen garantías al consumidor.

Por otra parte, un diseño que, además de ser apto higiénicamente, sea eficiente en cuanto a la logística interna y sus respectivos desplazamientos no solo mejora la seguridad en la planta, sino que disminuye los costes y tiempos productivos. Así aumenta la productividad y se mejora el margen de beneficios.

By integrating both hygiene and logistics in our design we may prevent and reduce most hazards and risks in the industry, with low investments that will probably led to more benefits. Meeting the legislated is not the only advantage but to increase customers trust and reliability by avoiding food crisis and increasing quality standards.

It is shown a synergic effect when the internal logistics are designed, actually. Production times and costs considerably decrease. And so productivity rises as incomes do.

APORTACIONES EN MATERIA DE APRENDIZAJE

Tras haber superado la mayoría de asignaturas de la titulación de Ciencia y Tecnología de los Alimentos en la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza se plantea la elaboración de un proyecto o trabajo de fin de grado cuya finalidad a grandes rasgos no es otra que demostrar la aptitud de los estudiantes para la realizar un estudio relacionado con el ámbito alimentario, con la autonomía, capacidad crítica, de síntesis, de innovación que le son propios a un titulado en ciernes. Presumiblemente, esta capacidad de trabajo y seguimiento de una metodología específica hace del titulado una persona capaz de incorporarse al ámbito laboral o docente e investigador sin mayores dificultades.

En el momento de elegir los temas de los proyectos siempre hay unas preguntas antes de tomar decisiones, como la asignatura con la que está más relacionado y el profesor responsable, el tiempo de que se dispone y, a mi juicio lo más importante, el ámbito en el que continuar la formación y la utilidad futura.

Tras cursar una serie de asignaturas relacionadas a lo largo de la titulación que, incluso, llegan a solaparse en algunos casos, en comparación con otras no tan importantes ni interesantes a simple vista es evidente que esas que se relegan, y de las cuales los alumnos reniegan habitualmente, suponen una formación complementaria ciertamente útil. Esta utilidad se hace aún más evidente cuando el alumnado se percata de que la docencia y la

investigación no es para todos el camino a seguir, ya sea por capacidades, por deseos o cualquier otro motivo. En el mercado laboral, independientemente de la formación recibida se necesitan soluciones. Es por ello que escogí un tema diferente a los habituales, no tan relacionados con la Tecnología de los Alimentos. En primera instancia, se trataba de desarrollar un protocolo de actuación para las unidades sueltas de producto que, en muchas ocasiones, existen en los almacenes de distribución.

Tras una primera reunión con mi tutora, la Dra. María José Oliveros, me sugirió cambiar el tema por otro, dedicado al re-diseño de una planta industrial de despiece de porcino para incorporar todos los aspectos en materia de legislación e higiene alimentaria sin detrimento de los aspectos productivos y económicos implicados. Al principio me pareció un proyecto demasiado complejo pero no por ello me pareció menos interesante, de modo que acepté el cambio.

Tras un análisis inicial el primer reto fue diseñar un lay-out (plano) que aunase higiene y productividad ya que, a pesar de existir base teórica para criterios higiénicos y para la productividad, no es extensa la bibliografía relativa a ambos respectos al mismo tiempo. No obstante, por los conocimientos obtenidos en materia de higiene y mediante revisión de la legislación referida dicho objetivo no planteó grandes dificultades.

Por otra parte, la puesta en marcha del programa productivo, el número de trabajadores y horas necesarios, la localización de los puestos de trabajo, la programación de los pedidos de materias primas y de expedición de productos terminados, así como la gestión de almacenes y demás operaciones similares relacionadas han sido los obstáculos de mayor calado debido a no estar demasiado familiarizado con los términos, metodología y protocolos relativos a este respecto.

BIBLIOGRAFÍA:

- Cuatrecasas, L. 2009. *Diseño Avanzado de Procesos y Plantas de Producción Flexible*. Editorial ... Barcelona (España).
- Sule, D.R. 2001. *Instalaciones de manufactura: Ubicación, planeación y diseño*. 2^a edición. Editorial Thomson Learning (México).
- Casp, A. 2004. *Diseño de Industrias Agroalimentarias*. 1^a edición. Editorial Mundiprensa, Barcelona (España).
- FAO. *Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control y directrices para su aplicación*. Anexo al CAC/RCP-1 (1969), Rev. 3 (1997).

- Subdirección general de productos ganaderos. *El sector de la carne en cifras. Principales indicadores en 2014.* Marzo de 2015.
- MAPA, MMA y UE. *Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector Porcino.*
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (Sectores basados en recursos biológicos, Procesos de la Industria Cárnicas). 2001.
- Callejo Gallego, M.J., 2005. *¿Cómo comemos?. Cambios en los comportamientos alimentarios de los españoles.* UNED. Ed. Fundamentos, Madrid (España).

ANEXO I. LEGISLACIÓN ALIMENTARIA

1. Referente al producto acabado.

- Real Decreto 1376/2003. Establece las condiciones sanitarias de producción, almacenamiento y comercialización de las carnes frescas y sus derivados en los establecimientos de comercio al por menor. Artículo 4 derogado y modificado por el R.D. 191/2011.
- Real Decreto 640/2006, por el que se regulan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene, de la producción y comercialización de los productos alimenticios.
- Real Decreto 728/2011, por el que se modifica el Real Decreto 1376/2003, por el que se establecen las condiciones sanitarias de producción, almacenamiento y comercialización de las carnes frescas y sus derivados en los establecimientos de comercio al por menor.
- Real Decreto 474/2014, por el que se aprueba la norma de calidad de derivados cárnicos.
- Real Decreto 4/2014, por el que se aprueba la norma de calidad para la carne, el jamón, la paleta y la caña de lomo ibérico.

2. Referente a las materias primas.

- Real Decreto 640/2006, por el que se regulan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene, de la producción y comercialización de los productos alimenticios.

- Real Decreto 1801/2008, por el que se establecen normas relativas a las cantidades nominales para productos envasados y al control de su contenido efectivo. MODIFICA el RD. 1424/1983, por el que se aprueba la RTS para la obtención de la sal y salmueras comestibles.
- Real Decreto 142/2002, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización.
- Real Decreto 257/2004, por el que se modifica la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización.

3. Referente al envasado.

- Reglamento (CE) nº 1935/2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos y por el que se derogan Directivas 80/590/CEE y 89/109/CEE.

4. Referente al transporte.

- Real Decreto 2483/1986, por el que se aprueba la RTS sobre condiciones generales de transporte terrestre de alimentos y productos alimentarios a temperatura regulada.

5. Referente al almacenamiento.

- Real Decreto 706/1986, RTS sobre condiciones generales de almacenamiento (no frigorífico).
- Real Decreto 168/1985, por el que se aprueba la RTS sobre condiciones generales de almacenamiento frigorífico de alimentos y productos alimentarios.

6. Referente a sanidad e higiene de los alimentos.

- Reglamento (CE) 2073/2005. Criterios microbiológicos aplicables a los productos alimentarios.
- Reglamento (CE) 852/2004. Higiene de los productos alimentarios.

- Reglamento (CE) 853/2004
- Reglamento (CE) 178/2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la EFSA y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria.
- Real Decreto 640/2006, por el que se regulan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene, de la producción y comercialización de los productos alimenticios.
- Real Decreto 140/2003, por el que se establecen criterios sanitarios de la calidad de agua de consumo humano.
- Real Decreto 1/2001. Ley de aguas.
- Real Decreto 2196/2004, por el que se modifica el R.D. 142/2002.
- Real Decreto 142/2002, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización.
- Real Decreto 3177/1983, por el que se aprueba la RTS de aditivos alimentarios.

ANEXO II. Tablas, esquemas, figuras, diagramas.

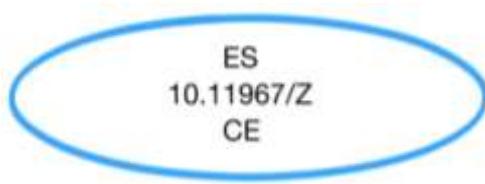
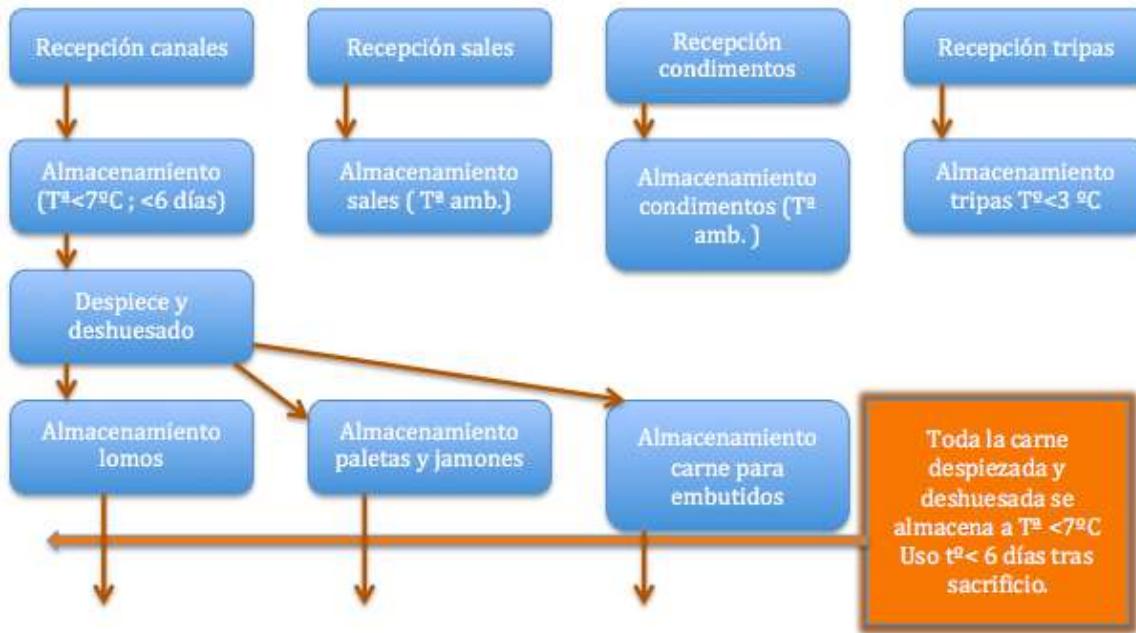


Figura 17. Marcado sanitario.



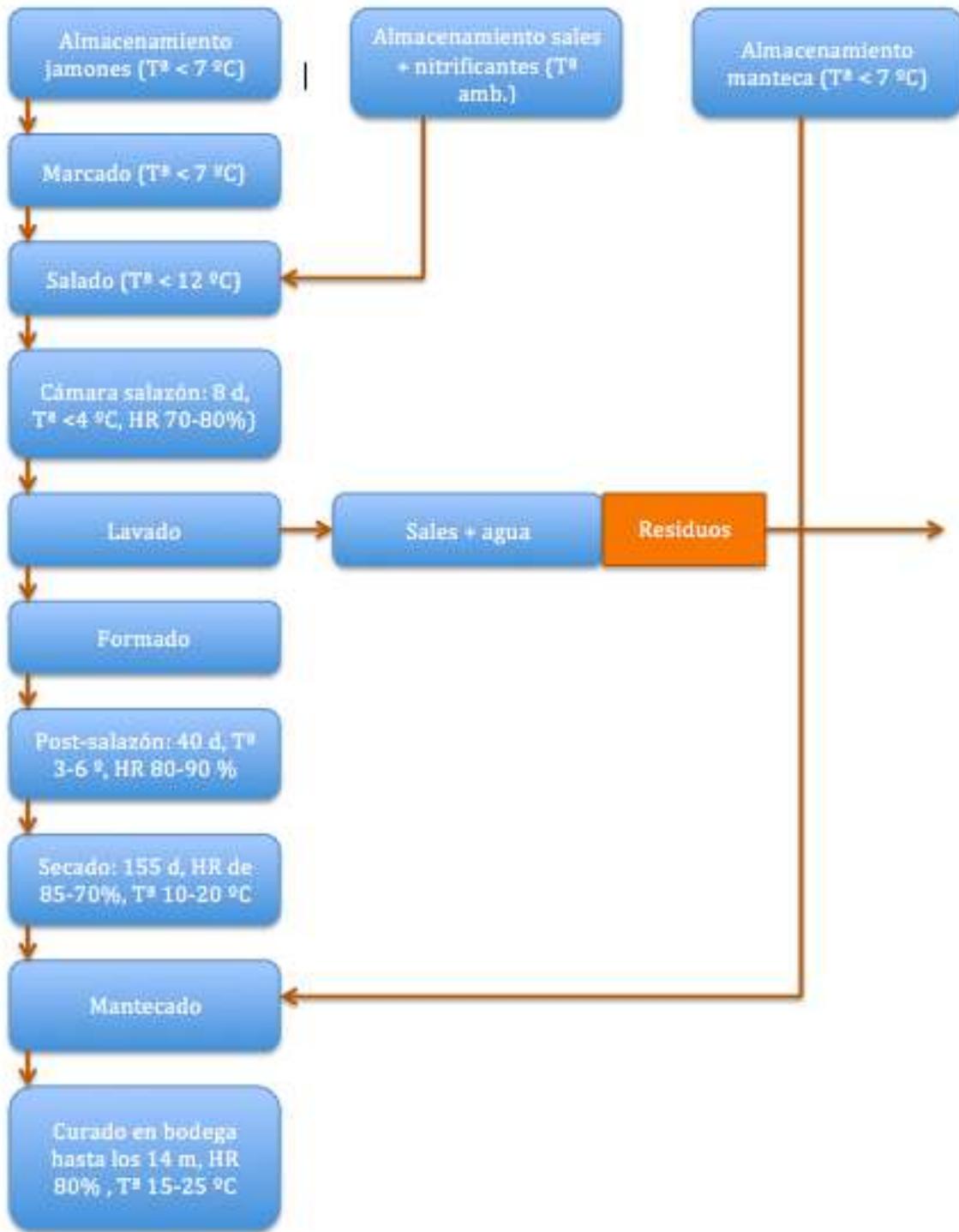


Figura 19. Diagrama de flujo de la línea de jamones, hasta completar un mínimo de 730 días por tener las piezas más de 7 kg. (Real Decreto 4/2014).

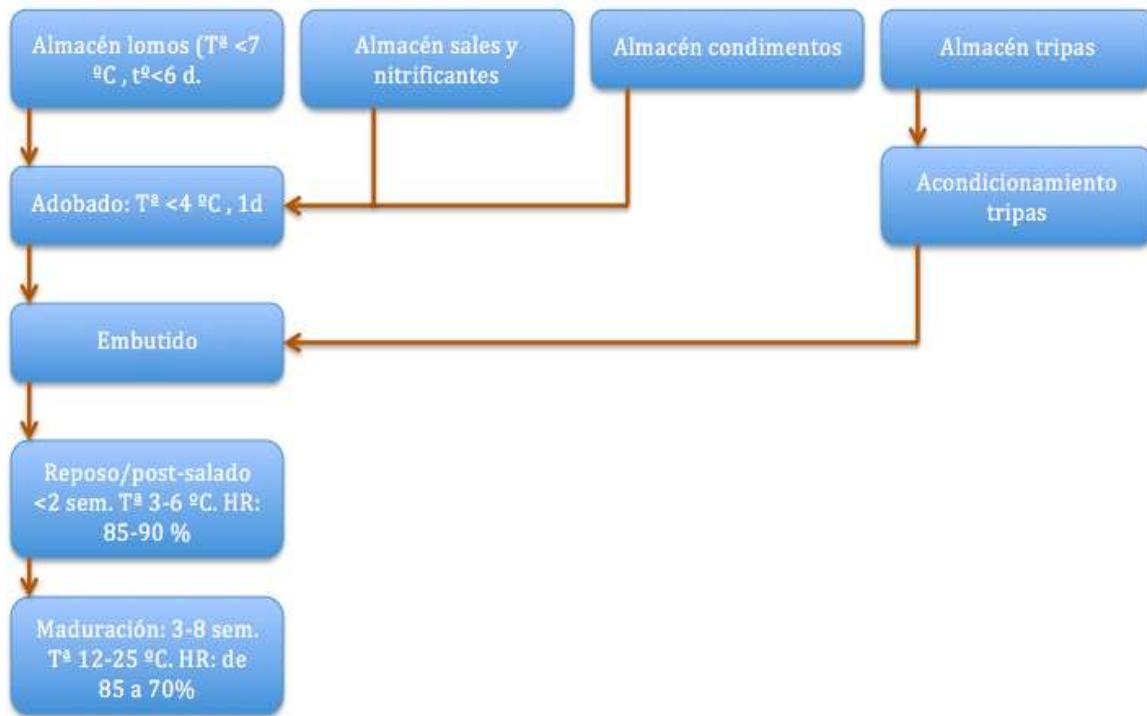


Figura 20. Diagrama de flujo de línea de lomos. Hasta completar un mínimo de 70 días. (Real Decreto 4/2014).

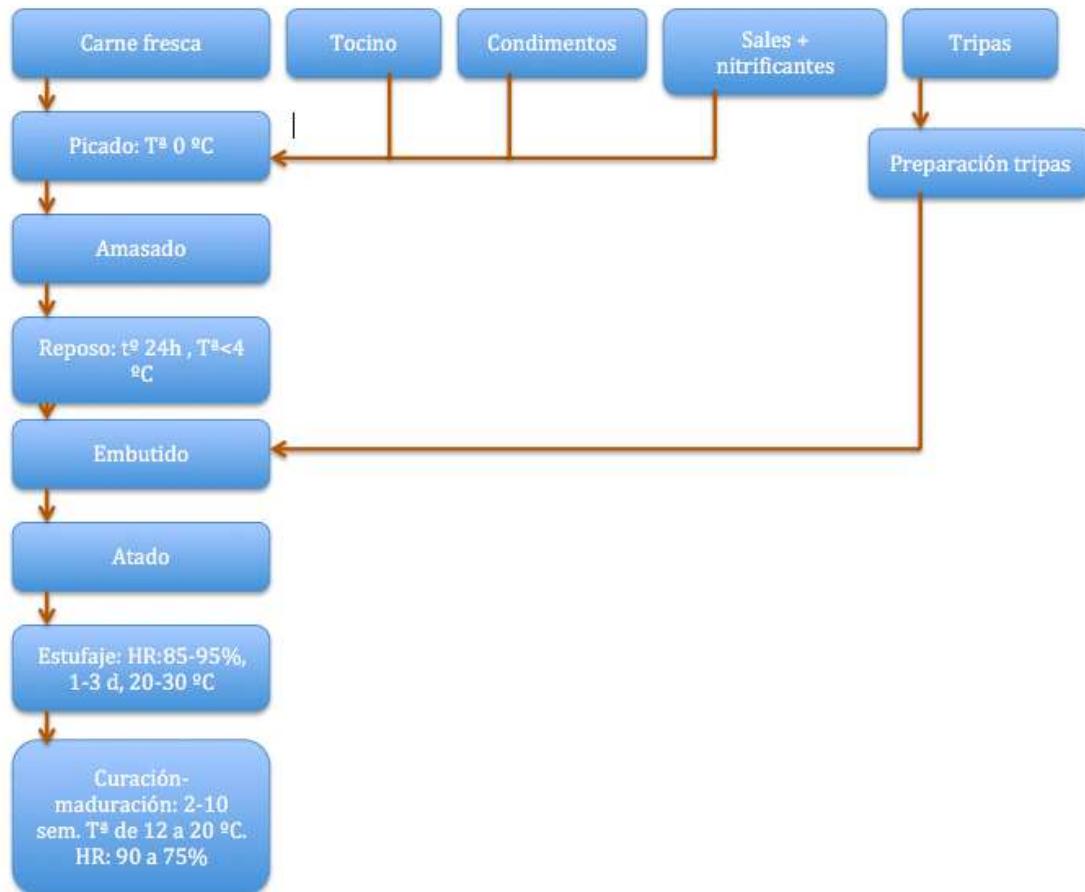


Figura 21. Diagrama de flujo de la línea de embutidos.

ANEXO III. Principios de higiene a tener en cuenta según la legislación alimentaria.

Prácticas generales de higiene en la planta:

1. Derivados del Reglamento (CE) nº 854/2004
 - i. Implementación y mantenimiento de un sistema de APPCC (análisis de peligros y puntos críticos de control).
 - ii. Control de las temperaturas de cámaras e instalaciones y mantenimiento de la cadena de frío.
 - iii. Establecimiento de los criterios microbiológicos.
 - b. En la sala de despiece hacer un pre-empaquetado o separado y que vaya directamente al almacén de producto despiezado.
 - c. Relativos a la limpieza
 - i. Para la limpieza y la desinfección deberán utilizarse productos aptos para su uso en la industria alimentaria, con indicativo de uso alimentario.
 - ii. Gestión de residuos: Los desperdicios, subproductos no comestibles y los residuos de otro tipo deberán retirarse a la mayor brevedad posible de las salas donde se encuentren y se depositarán en contenedores provistos de cierre y fácil limpieza y desinfección.
 - iii. Estos lugares deberán mantenerse limpios y libres de animales y organismos.
 - d. Relativos a la construcción:
 - e. Las superficies de suelos, paredes, equipos, techos y puertas deberán estar compuestas por materiales de fácil limpieza y desinfección, no corrosivos o tóxicos e impedirán la acumulación de suciedad. Las ventanas, además, dispondrán de pantallas contra insectos.
 - f. Se dispondrá de salas de limpieza y desinfección del equipo y utensilios de trabajo, con suministro de agua fría y caliente.
2. Criterios microbiológicos derivados del Reglamento (CE) nº 2073/2005 y Reglamento (CE) nº 1441/2007:

La seguridad de los productos alimenticios se garantiza, principalmente, mediante un enfoque preventivo, como la adopción de buenas medidas de higiene y la aplicación de procedimientos basados en los principios APPCC. Los criterios microbiológicos pueden utilizarse en la validación y verificación de los procedimientos APPCC y otras medidas de control de la higiene.

Resulta conveniente, por tanto, establecer medidas de aplicación relativas a los métodos analíticos, incluyéndose el plan de muestreo por las actividades que se llevan a cabo en la planta (Reglamento (CE) nº 2073/2004, anexo I, cap. 3), los límites microbiológicos y el número de unidades analíticas que deben ajustarse a dichos límites. Conviene, del mismo modo, tener en cuenta los puntos de la cadena alimentaria en los que aplicar estos criterios y las medidas a tomar en caso de incumplimiento.

La planta deberá velar por el cumplimiento de los criterios establecidos en el Anexo I y, cuando sea necesario, se realizarán análisis de tendencias y estudios para investigar que los resultados son satisfactorios durante toda la vida útil.

Puesto que en las instalaciones se producen carne picada y preparados de carne se tiene en cuenta un protocolo especial de actuación:

- Los métodos de toma de muestras, la selección de localizaciones y las normas para el almacenamiento y transporte de las mismas se describen en la norma ISO 17604.
- En cada sesión de muestreo se tomarán muestras de cinco canales aleatoriamente.
- Para el muestreo de colonias de bacterias aerobias y enterobacteriaceáceas, se tomarán muestras de cuatro localizaciones de cada canal. Mediante el método destructivo se obtendrán cuatro muestras que supongan un total de 20 cm². Si se usa el método no destructivo la superficie será de 100 cm² por cada localización.
- Cuando el muestreo sea para analizar la presencia de *Salmonella*, se utilizará un método de muestreo de esponja abrasiva. La zona abarcará un mínimo de 100 cm² por localización seleccionada.
- Cuando se tomen muestras de diferentes localizaciones de una canal se juntarán antes de examinarlas.
- La toma de muestras tendrá frecuencia semanal, variando el día de la toma de muestras cada semana, de modo que queden cubiertos todos los días de la semana.

- Para los muestreos destinados a detectar la presencia de *Escherichia coli* y hacer el recuento de colonias aerobias y los análisis de *Enterobacteriaceae* la frecuencia podrá reducirse a una prueba cada dos semanas si se obtienen resultados satisfactorios durante seis semanas consecutivas.

- Las áreas de toma de muestra serán las siguientes:

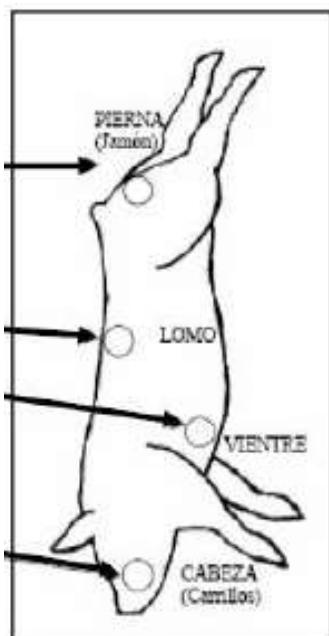


Figura 22. Áreas de toma de muestras.

- En la recepción los recuentos deberán ser:

Microorganismo	Resultado
<i>F^a Enterobacteriaceae</i>	$m=10 \text{ ufc/cm}^2$; $M=10^3 \text{ ufc/cm}^2$
<i>Salmonella spp.</i>	$N=50$; $c=5$. Ausencia/100 cm ²
Aerobios mesófilos	$m=10^4 \text{ ufc/cm}^2$; $M=10^5/\text{cm}^2$

Figura 23. Recuentos microbianos en la recepción.

- Los recuentos de la carne separada mecánicamente (CSM) serán:

Microorganismo	Resultado
Aerobios mesófilos	$N=5$; $c=2$; $m=5 \times 10^5 /g.$; $M=5 \times 10^6/g.$
<i>Salmonella spp.</i>	$N=5$; $c=0$; Ausencia/10 g.
<i>Escherichia coli</i>	$N=5$; $c=2$; $m=50/g.$; $M=5 \times 10^2 /g.$

Figura 24. Recuentos microbianos CSM (*E. coli* es utilizado como indicador de contaminación fecal).

- Los recuentos en preparados cárnicos crudos serán los siguientes:

Microorganismo	Resultado
<i>Escherichia coli</i>	N=5 ; c=2 ; m=5x10 ² /g. ó cm ² ; M=5x10 ³ /g. ó cm ²
<i>Salmonella spp.</i>	N=5 ; c=0 ; Ausencia/25 g.
<i>Listeria monocytogenes</i>	N=5 ; c=0 ; Ausencia/25 g.

Figura 25. Recuentos en preparados cárnicos crudos.

3. Derivados del Reglamento (CE) nº 853/2004:

- El establecimiento estará registrado en el RGSEAA como se indica en el art. 5, Cap. II (ver apdo. 4).
- El marcado de identificación, como establece la sección I del Anexo II, se fijará antes de que el producto abandone la planta. Será una marca legible e indeleble, indica el nombre del país (ES), el número de autorización del establecimiento, y contiene las siglas CE, todo ello en el interior de una forma oval (Ver Anexo II la marca de identificación). Dicha marca se fijara en la etiqueta en los productos que poseen y directamente sobre los productos en el caso del jamón.
- En la planta se evita la contaminación de la carne introduciendo los diferentes lotes con la pertinente separación y permitiendo un avance constante de las operaciones e introduciendo únicamente el volumen de trabajo que es necesario en cada momento (capítulo III).
- La carne despiezada embalada y no embalada se almacena de modo que no puedan constituir fuentes de contaminación (capítulo III).
- Se dispone de equipos lavamanos automáticos y las instalaciones de limpieza y desinfección dispone de agua a temperatura superior a 82 °C.
- Un punto crucial para mantener los niveles adecuados de higiene durante el despiece y deshuesado es que, durante las operaciones, la carne deberá mantenerse a una temperatura no superior a 7 °C (3 °C para los despojos) y la temperatura del ambiente nunca será superior a los 12 °C (capítulo V).
- Los requisitos durante el almacenamiento pasan por mantener la misma temperatura del apartado superior, el mantenimiento de un sistema de ventilación forzada que impida la condensación en la superficie de la carne.

- h. Durante el picado de carne para la posterior preparación de productos cárnicos se mantendrán los valores de temperatura anteriores, se dispondrá de equipos lavamanos automáticos, además de trabajar garantizando una separación entre lotes y permitiendo un avance constante, igual que durante el despiece y deshuesado (cap. I, sección V).
 - i. La carne picada para los productos cárnicos deberá prepararse dentro de los 6 días siguientes al sacrificio y será embalada inmediatamente después de su preparación. Además, se refrigerarán a una temperatura interna no superior a 2 °C en caso de carne picada y a 4 °C en caso de los preparados cárnicos, condiciones que serán mantenidas durante todo el almacenamiento (capítulo III).
4. Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias y alimentos:
- a. Conforme a lo dictado en el Real Decreto 191/2011, la empresa deberá registrarse siguiendo las instrucciones descritas a este respecto en dicha norma.

ANEXO IV. Sistema APPCC de la planta.

La herramienta APPCC (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) es un sistema con fundamento científico y de carácter sistemático que permite identificar peligros específicos y medidas para su control con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos. El sistema puede aplicarse a lo largo de toda la cadena alimentaria y es necesario un compromiso global del equipo, así como un enfoque multidisciplinario (Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control y directrices para su aplicación. Anexo al CAC/RCP-1 (1969), Rev. 3 (1997)). En primer lugar, se conforma el equipo de trabajo, el cual lo integran 16 operarios en turnos de mañana y tarde, 2 técnicos de calidad y otros dos encargados de la gestión administrativa, conocedores de los aspectos relativos al producto, el proceso productivo, los peligros potenciales asociados al producto y los principios del sistema APPCC. El equipo se reúne en las instalaciones semanalmente para abordar el funcionamiento de la planta, la revisión de incidencias, la comunicación de cambios o ajustes y cualquier otro tema que sea relevante para el adecuado funcionamiento de la empresa. El plan define los tipos de peligros que aborda el estudio, se aplica a todos los productos y cubre el proceso de elaboración de las tres líneas principales (jamón, lomos y

embutidos). Las disposiciones legales a la comercialización de los diferentes productos que se elaboran en la industria se encuentran detalladas en la normativa legal contenida en el Anexo I.

DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS: el proceso elaboración puede observarse en el cursograma de actividades, posee un pH entre 5,9 y 6,2 y una aw de 0,82-0,86, un 5% de sal y una humedad del 33-50%. Los envases son al vacío, salvo en el caso de jamones y paletas que, simplemente, son etiquetados con vitolas. Todos los productos han sido sometido a un tratamiento de salazón y curado-maduración de mayor o menor intensidad según sus características inherentes a cada tipo de producto, con una vida útil aproximada de 30 meses, se deberán conservar a temperatura ambiente en lugar fresco y seco, establecimientos de venta y esta dirigido a un consumo en crudo para la totalidad de la población.

1. Jamón y paleta: es el producto elaborado con la extremidad posterior, cortada a nivel de la síntesis isquiopubiana, con pata y hueso, que incluye la pieza osteomuscular íntegra, procedente de cerdos adultos, sometida al correspondiente proceso de salazón y curado-maduración. Paleta es el producto elaborado con la extremidad anterior, cortada a nivel de la escápula humeral hasta la húmero-radial, con mano y hueso, que incluye la pieza osteomuscular íntegra, procedente de cerdos adultos, sometida al correspondiente proceso de salazón y curado-maduración.
2. Caña de lomo: es el producto elaborado con el paquete muscular formado por los músculos espinal y semiespinal del tórax, así como los músculos longísimos, lumbar y torácico del cerdo, prácticamente libre de grasa externa, aponeurosis y tendones, adobado y embutido en tripas naturales o artificiales, el cual ha sufrido un proceso de curado-maduración.
3. Embutidos (carnes troceadas o picadas): son derivados cárnicos constituidos por trozos de carne y grasa no identificables anatómicamente que, generalmente, se han sometido a un picado más o menos intenso, mezclado con especias, ingredientes, condimentos y aditivos, han sido embutidos en

tripas naturales o envolturas artificiales y sometidos a un proceso de salazón seguido de curado-maduración, acompañado o no de fermentación, suficiente para conferirle las características organolépticas propias y su estabilidad a temperatura ambiente.

DIAGRAMA DE FLUJO (Ver Anexo II)

El diagrama de flujo deberá confirmarse *in situ* por los responsables del sistema de APPCC durante el horario de funcionamiento de la empresa, en distintos momentos de la actividad y en todas y cada una de las etapas.

ANÁLISIS DE PELIGROS y DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL CRÍTICOS (PCCs):

Mediante el árbol de decisiones (FAO/OMS y Codex Alimentarius), una herramienta que consiste en una secuencia lógica de preguntas y respuestas. Dichos PCC se numeran y se indica su categoría (biológico, químico o físico).

Etapa	Peligro	Gravedad	Probabilidad	Significativo	Medidas correctoras (P1)	P2	P3	P4	PCC
Recepción	Parásitos: <i>Trichinella</i>	↑	↓	Sí	Control de proveedores, control oficial.	No	Sí	No	PCC1
	Bacterias: <i>Salmonella</i> <i>spp,</i> <i>Escherichia</i> <i>coli.</i>	↑	↓	No	Control de proveedores, control oficial.	No	Sí	No	PCC2
	Contaminantes ambientales: PCBs, HAPs.	↑	↓	No	Control de proveedores.	No	No	-	-
	Aminas bióg.	↓	↓	Sí	Calidad materia prima.	No	Sí	No	-
	Restos metales	↑	↓	No	Control proveedores, detección de metales.	No	No	-	-
Perfilado	Multiplicación, contaminación	↑	↑	Sí	L+D equipos y útiles, T ^a <12 °C	No	No	Sí	-
Marcado	Mal marcado	↑	↓	No		No	No	-	-
Salazonado	Multiplicación, contaminación	↑	↓	No		No	No	-	-
	Exceso nitrificantes	↑	↓	Sí		No	Sí	Sí	PCC3
Lavado	Multiplicación Contaminación	↑	↑	Sí	L+D, frío	No	No	Sí	-

	Restos sal	↓	↓	No	Lavado correcto	No	No	Sí	-
	Agua lavado	↓	↓	No	Agua potable	No	No	-	-
Post-salazonado	Multiplicación Contaminación	↓	↓	No		-	-	-	-
Secado-maduración	Multiplicación Contaminación	↓	↓	No	HR <75% ↓ aw	-	-	-	-

Figura 26. Análisis de peligros y determinación PCCs en la línea de jamones.

PCC	Límites críticos	¿Cómo?	¿Cuándo?	¿Quién?	Acciones correctoras
Recepción	T ^a < 7 °C			Responsable recepción	
Salazonado					
Post-salazonado					
Secado-maduración					

Figura 27. Gestión de PCCs en la línea de jamones.

Etapa	Peligros	Riesgo	Medidas preventivas	PCC
Recepción materias primas	Parásitos: Toxoplasma/ Triquina/ Cisticercos	Sí / No / No	Condiciones transporte: -Inspección visual gráfico temperatura. -Inspección visual higiene. Almac. materia prima: -T ^a < 2 °C .	PCC1
	Bacterias: <i>Salmonella spp/ E. coli/ Listeria monocytogenes/ Campylobacter spp</i>	Sí/ Sí/ Sí/ No → Sí		PCC2

	Multiplicación m.o.	Sí	Inspección materia prima: -Homologación proveedor -Especificaciones compra -Inspección visual frescura -T ^a < 7 °C pH carne 5,6-6 -Comprobación envases	PCC3 - -
	Qº: Contaminación ambiental	Sí		
	Fº: Restos metal/ no metal	No		
Picado	Contaminación m.o.	Sí	L+D instalaciones y útiles Especificaciones compra Inspección visual T ^a < 7 °C pH 5,6-6 Comprobación envases y embalajes	-
	Multiplicación m.o.	Sí		
Formulación y mezcla	Contaminación m.o.	No	-Aplicación frío	-
	Multiplicación m.o.	Sí	-Control sal, especias y otros aditivos	-
	Ingredientes/ material auxiliar contaminado		-Control de la fórmula y cantidad de producto	-
	Químicos: exceso aditivos	No		
Embutido	Contaminación m.o.	Sí	L+D instalaciones y útiles	PCC4
	Multiplicación m.o.	Sí	Formación personal	PCC5
	Tripas en mal estado	Sí	Trabajo a vacío T ^a < 12 °C/ T ^a masa 1-2 °C	-
Secado-maduración	Contaminación m.o.	No	Seguimiento: aw = 0,9	

	Multiplicación m.o.	Sí	(T ^a /t ^o /HR/velocidad aire) Control pH final (5,3-5,6)	
--	---------------------	----	---	--

Figura 28. Análisis de peligros y determinación de PCCs en la línea de elaboración de embutidos.

PCC	Límites críticos	Monitorización			Acciones correctoras
		¿Qué?	¿Cuándo?	¿Quién?	
Recepción: Triquina, cisticercos	Marcado sanitario. Documentación procedencia.	Marcado y documentación	En la recepción.	Responsable recepción.	En caso de documentación incompleta o marcado deficiente solicitarlo. La reincidencia será motivo de baja del contrato.
Recepción: contaminación bacteriana	Procedencia.		En la recepción Periodicidad establecida	Responsable recepción.	
Multiplicación en recepción	T ^a carne < 7 °C T ^a carne picada < 2 °C	Control T ^a del interior materia prima (termómetro).	En la recepción.	Responsable recepción.	En caso de superar la temperatura interna establecida rechazo (devolución del lote).
Contaminación y multiplicación en picado	T ^a amb. < 12 °C. L+D instalaciones y útiles. Tiempo de permanencia.	Control T ^a ambiente y la carne. Control L+D.	En cada fase de picado.	Técnico responsable.	En caso de incumplimiento (abuso) de las temperaturas, dar parte y valorar la eliminación. Si L+D es deficiente, limpiar ipso facto.
Contaminación y multiplicación en embutido	T ^a ambiente < 12 °C T ^a carne < 2 °C L+D instalaciones y útiles Tiempo de permanencia	Control T ^a y del estado L+D	En cada fase de embutido	Técnico responsable	En caso de incumplimiento (abuso) de las temperaturas, dar parte. Restablecer T ^a y valorar la eliminación de todo o parte del lote. Si las tripas están en mal estado rechazar.

Figura 29. Gestión de PCCs en la línea de elaboración de embutidos. INCOMP

AUDITORÍAS DEL SISTEMA APPCC, Periódicamente, operarios de la propia instalación efectuarán revisiones con una check-list para la comprobación del correcto funcionamiento del sistema APPCC. Lo mismo ocurrirá con auditorías externas por parte de clientes o entidades acreditadas.

Además del carácter obligatorio de la implantación del sistema de APPCC (Reglamento (CE) nº 852/2004) tiene una serie de consideraciones positivas con grandes beneficios para la empresa como son la reducción de quejas y el índice de rechazo y retornos y los niveles de “no conformidad”.

El sistema debe mantenerse actualizado en todos los ámbitos, desde la información de los productos hasta los procesos de elaboración, requisitos previos, nuevos parámetros de calidad higiénica o bien modificaciones en la normativa.

ANEXO V. Programa productivo y estándares de tiempo por movimiento para el cálculo de la logística interna.

Las canales de cerdo ibérico, con un peso superior a las razas blancas y un rendimiento al sacrificio del 80%, posee un peso medio de las canales de 104 kg.

En la planta se procesan, diariamente, 100 canales; esto supone 26000 canales al año y 2704 toneladas de cerdo, repartidas como sigue:

Pieza	Kilogramos / canal	Producción diaria (kg)	Producción anual (kg)
Jamón	24	2400	552000
Cinta de lomo	4,1	820	188600
Papada	3,49	349	80270
Tocino	1	160	36800
Paleta 50%	8	800	184000
Panceta	73,7	737	169510
Solomillo	0,8	80	18400
Presa de paletilla	1,1	110	25300
Recortes	2,88	288	66240
Costillas	2,7	270	62100
Paleta 50%	8	800	184000

Lengua	0,32	320	7360
Sesos	7,5	750	3450
Espinazo	2,49	248	57040
Cabeza	3,11	284	57040
Careta	1,32	132	30360
Pellas	3,1	310	71300
Tocino	9,5	1526	350980

Figura 30. Producción diaria y anual por piezas y kg/canal.

Pieza	Peso fresco (kg)	Peso curado (kg)	Peso / unidad curado (kg)	Unidades
Jamón	1200	806,5	8,06	100
Lomos	505	241,5	2,25	228
Prod. frescos	1117	-	-	-
Piensos	166	-	-	-
Fundición	984	-	-	-

Figura 31. Volumen de producción diaria de las piezas mencionadas.

Producto	Peso fresco (kg)	Peso curado (kg)	Peso / unidad (kg)	Unidades
Salchichón	544	448,5	0,5	898
Chorizo en sarta	624	514,5	0,5	1030
Chorizo cular	544	448,5	1	449
Chorizo achori.	624	514,5	0,5	1030

Figura 32. Lotes de fabricación de las diferentes variedades de embutidos.

Pieza	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Jamón	176	176	176	176	176
Lomos	344	344	344	344	344
Salchichón	790	790	-	?	-
Chorizo sarta	?	-	906	906	-
Chorizo cular	?	449	-	?	449

Chorizo ach.	¿	-	906	¿	906
Prod. frescos	1966	1966	1966	1966	1966
Piensos	293	293	293	293	293
Fundición	1732	1732	1732	1732	1732

Figura 33. Programa productivo semanal por piezas.

Movimiento	Velocidad (metros/segundo)
Cinta 1	0,15
Cinta 2	0,15
Cinta 3	0,25
Cinta despiece	0,05
Transpaleta con carga	0,8
Transpaleta sin carga	1,25
Persona sin carga	1,4
Persona con carga	0,5
Percha/ operario	0,6
Carretilla con carga	1,5
Carretilla sin carga	2,5
Carretilla maniobra	10
Persona con carro	1

Figura 34. Estándares por movimiento.

Movimiento	Tiempo (segundos)
Recoger/depositar en la mesa	4
Acomodar pallet en transpaleta	10
Acomodar estantería en apiladora	5
Acomodar contenedor en transpaleta	10

Figura 35. Estándares por tiempo.

ANEXO VI. Relación de materiales y productos utilizados.

Los materiales utilizados para el desarrollo de la actividad industrial pueden dividirse, para una mejor comprensión en:

- Recepción, almacenamiento y transporte.

- Sala de despiece.
 - Línea de elaboración de jamón.
 - Línea de elaboración de embutidos.
 - Línea de elaboración de lomos.
 - Envasado, etiquetado y expedición.
 - Materiales y productos de limpieza y desinfección.
 - Vestuario.
1. Recepción, transporte, almacenamiento de canales, del despiece y de productos semi-elaborados: es preciso que exista, de obra, un muelle de aprovisionamiento que permita una fácil descarga de los camiones. Además, es fundamental la colocación de unas vías aéreas para canales con sus respectivas perchas (ROSER, Modelo: 23890). También es necesaria una serie de material de utillaje como son cajas de plástico de diverso tamaño para la recepción y almacenamiento de sales, especias, otros aditivos y tripas para el embutido (LOGISMARKET, Modelo: PSG0202). Por último, son indispensables otros sistemas de almacenamiento y transporte como cubetas de plástico (LOGISMARKET, Modelo: PSG0358) y cubetas con ruedas (ROSER, Modelo: 3782/3783) de 250 litros para carne de embutido y de 500 litros para cinta de lomo. Para el transporte de diversos equipamientos se utilizan apiladoras de acero inoxidable (JUNGHEINRICH, Modelo EJC. 1800 kilogramos) y transpaleta acero inoxidable (BLASAU, Modelo UT.155), en pallets
 2. Sala de despiece: además del utillaje pertinente antes mencionado, es preciso disponer de cintas transportadoras (ROSER, Modelo: 397), mesas de despiece de acero inoxidable (DIEXVA, Modelo: 2001560), mesas giratorias para la clasificación (MECANOVA, Modelo: D110402) y, por último, cuchillos de deshuese (José Bernad, Ref. 2166), tijeras (José Bernad, Ref. 828-1), chairas (José Bernad, Ref. 815-1) y guantes de acero inoxidable (DIEXVA, Modelo: 4050513).
 3. Línea de elaboración de jamón: son precisas cubetas para salazón (ROSER, Modelo: 3731), marcador a tinta (José Bernad, Ref. 843) y su respectiva tinta (José Bernad, Rojo allura FCF E-129), bombo de nitrificado/salado (ROSER, Cód. 29720), tolva de recuperación de sal (ROSER, Cód. 4834), túnel de lavado de jamones (ROSER, Cód. 19498), máquina conformadora (ROSER, Cód. 29722), estanterías apilables (BLASAU, Mod. UT.071), escurrejamones (José Bernad, Ref. 879).

4. Línea de elaboración de embutidos: picadora de carne (José Bernad, Mod. PCT-130. 1700 kg/h), amasadora a vacío (José Bernad, Mod. S-350), embutidora hidráulica de pistón (José Bernad, Mod. H-31, Ref. 1430. 31 litros) en mesa acero inoxidable para embutir (DIEXVA, Mod. 2001315), clipadora automática (José Bernad, Ref. 1421) y atadora automática (José Bernad, Mod. ASM-120. Ref. 1437). Las tripas utilizadas son tripas artificiales Fibraco colágeno LS y las especias y condimentos
5. Línea de elaboración de lomos: cubetas para salazón (ROSER, Modelo: 3731), y estanterías apilables (BLASAU, Mod. UT.071) de nuevo para colgar los lomos.
6. Pesaje, envasado y etiquetado: balanza etiquetado (José Bernad, Mod. M5. Ref. 2203), envasadora a vacío (Tecnotrip EVT-10), con bolsas de vacío (Ulma packaging TFE-700) etiquetas para embutidos y vitolas para jamones (Guadalaviar), cajas de cartón para la comercialización y distribución de los embutidos y lomos (Font Packaging Canal BC).
7. Materiales y productos de limpieza y desinfección: útiles de limpieza como cepillo, recogedor y fregona, lavamanos industrial (José Bernad, Ref. 314), lavasuelas continuo (José Bernad, Ref. 321), detergente y desinfectante de uso alimentario Así como contenedor de basura con pedal (José Bernad, Ref. 1173).
8. Vestuario: (DIEXVA).

ANEXO VII. Lay-out original y modificaciones.

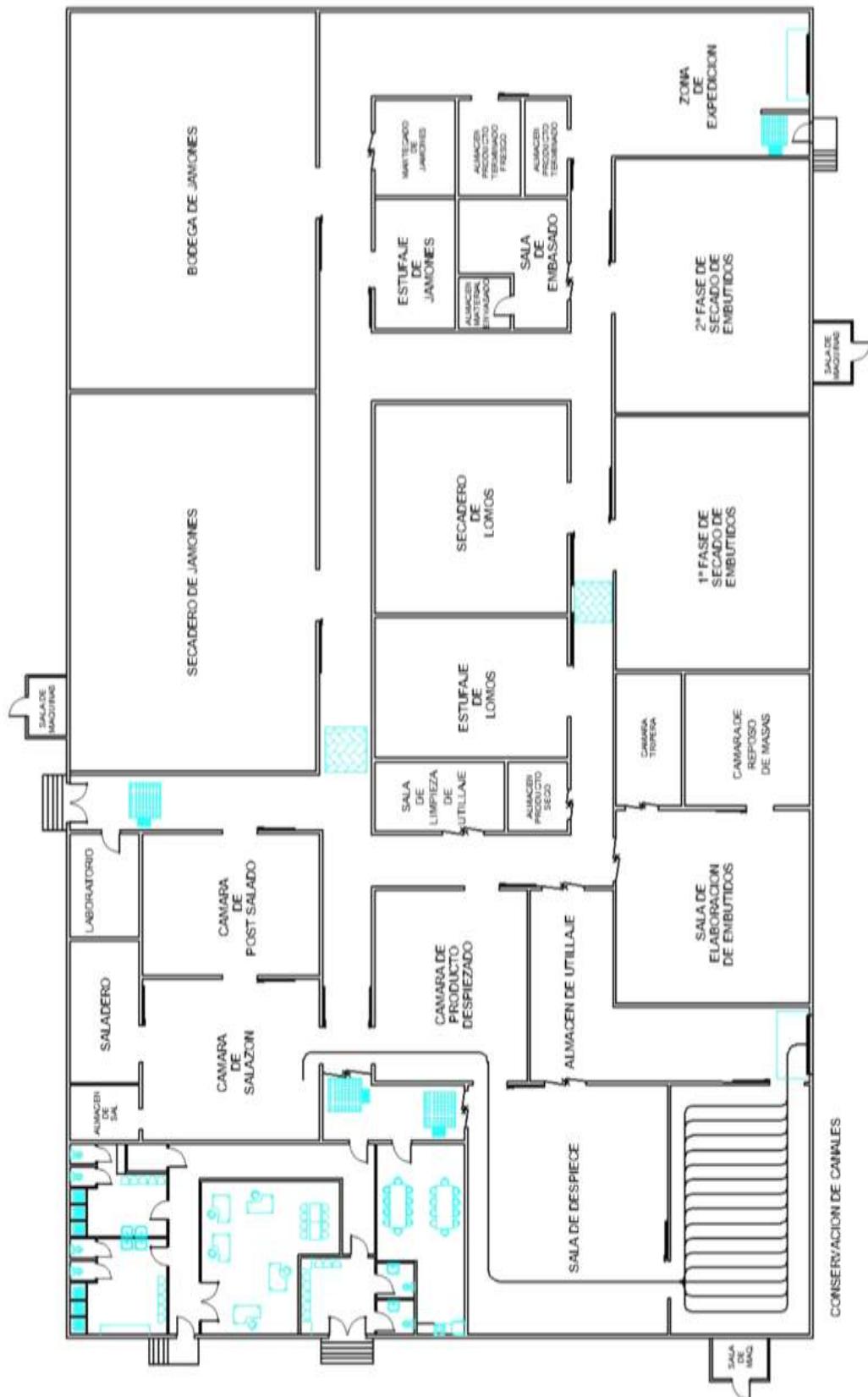


Figura 36. Lay-out original.

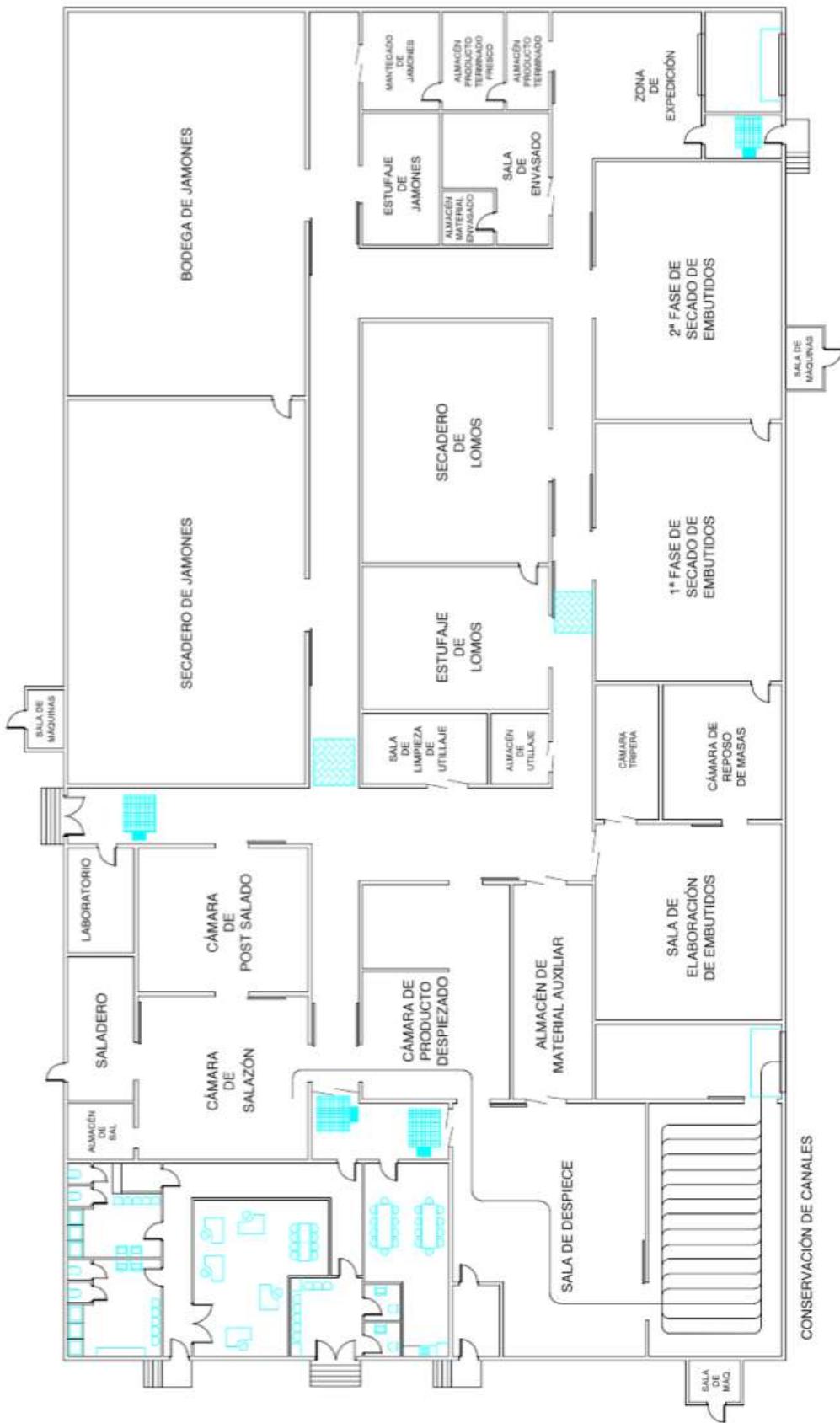


Figura 37. Lay-out definitivo.