



**MODELO DE GESTIÓN MANO DE OBRA DIRECTA EN EL PROCESO DE  
DESPOSTE PORCINO EN FRIGORÍFICOS EN COLOMBIA**

Yadiris Delgado Benites

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Industrial

Asesor

José Iván Quiroz Higueta

Mg. en Sistemas Integrados de Gestión.

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Caucasia, Colombia.

2023

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Cita</b>                | (Delgado Benites, 2023)  |
| <b>Referencia</b>          | Delgado Benites, Y. (2023). <i>Modelo de gestión mano de obra directa en el proceso de desposte porcino en frigoríficos en Colombia</i> . [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Cauca, Colombia, 2023. |
| <b>Estilo APA 7 (2020)</b> |  |



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Julio Cesar Saldarriaga Molina.

**Jefe departamento:** Mario Alberto Gaviria Giraldo.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

A mi abuela paterna por conservar la ilusión en este proyecto durante todos estos años.

## **Agradecimientos**

Agradezco especialmente a la universidad pública por transformar positivamente la vida de muchas personas al formar un estudiante, a la calidad de la Universidad de Antioquia para formarnos en la nobleza del conocer y el ser, a la Coordinadora de Prácticas Académicas por el acompañamiento y la empatía para con los estudiantes, al profesor José Iván Quiroz Higueta por inspirarme a mejorar y por último y no menos importante, agradezco a mi familia y compañeros de causa por estar y cooperar para que esto fuera posible.

## Tabla de contenido

|   |    |
|---|----|
| Resumen   | 11 |
| Abstract  | 12 |
| Introducción  | 13 |
| 2 Objetivos   | 16 |
| 2.1 Objetivo general  | 16 |
| 2.2 Objetivos específicos                                   | 16 |
| 3 Marco teórico   | 17 |
| 4 Metodología   | 19 |
| 4 Resultados  | 20 |
| 4.1. Aspecto económico local.                               | 20 |
| 4.1.2 Estudio del sector.                                   | 21 |
| 4.2 Identificación de los productos.                        | 23 |
| 4.2.1 Producto principal                                    | 23 |
| 4.2.2 Otros productos.                                      | 23 |
| 4.3 Proceso   | 24 |
| 4.3.1 Método de producción: Producción continua o en serie. | 24 |
| 4.3.2 Condiciones normativas para el desposte de cerdo.     | 24 |
| 4.3.3 Condiciones del personal manipulador.                 | 25 |
| 4.3.4 Área de desposte                                      | 27 |
| 4.3.5 Requisitos de los equipos y utensilios                | 27 |
| 4.3.6 Requisitos de las operaciones                         | 28 |
| 4.3.7 Herramientas para despostar cerdos                    | 28 |
| 4.3.8 Producto.   | 31 |
| 4.4 Planear   | 32 |

|   |    |
|---|----|
| 4.4.1 Caracterización del proceso.                            | 32 |
| 4.4.2 Factores que afectan el proceso productivo              | 35 |
| 4.4.3 Factores que inciden en el rendimiento de los operarios | 35 |
| 4.4.4 Estructura de la fuerza laboral                         | 36 |
| 4.4.5 Diseño  | 37 |
| 4.5 Hacer   | 38 |
| 4.5.1 Descripción del diseño                                  | 38 |
| 4.5.2 Cálculo del número de observaciones                     | 39 |
| 4.5.3 Valoración del ritmo de trabajo                         | 39 |
| 4.5.4 Cálculo del tiempo básico de la actividad               | 39 |
| 4.5.5 Cálculo del tiempo básico de chairado                   | 40 |
| 4.5.6 Porcentaje de suplemento                                | 40 |
| 4.5.7 Tiempo estándar   | 40 |
| 4.5.8 Rendimiento hora/hombre                                 | 41 |
| 4.5.9 Tiempo total del proceso                                | 41 |
| 4.5.10 Tiempo de ciclo  | 41 |
| 4.5.11 Tiempo de ritmo o tiempo takt                          | 43 |
| 4.5.12 Determinación de la cantidad de operarios              | 43 |
| 4.6 Verificar   | 43 |
| 4.7 Actuar.   | 44 |
| 4.7.1 Mejora continua.  | 44 |
| 4.7.2 Balanceo de línea                                       | 44 |
| 4.7.3 Propuesta de diagrama de Pert                           | 45 |
| 5 Análisis  | 50 |
| 6 Conclusiones  | 51 |



## **Lista de tablas**

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1</b> Operarios por puesto de trabajo                 | 37 |
| <b>Tabla 2</b> Fórmulas para determinación del tiempo de ciclo | 43 |
| <b>Tabla 3</b> Fórmulas para determinación del tiempo de ritmo | 44 |
| <b>Tabla 4</b> Diagrama de Pert                                | 46 |

## Lista de figuras

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> Producto Interno Bruto 2023                                  | 22 |
| <b>Figura2</b> Producción porcinos por departamento 2023                     | 23 |
| <b>Figura3</b> Media canal con cortes básicos                                | 24 |
| <b>Figura 4</b> Cuchillo de deshuesado                                       | 29 |
| <b>Figura 5</b> Cuchillo de limpieza   | 30 |
| <b>Figura 6</b> Chaira   | 30 |
| <b>Figura 7</b> Gancho   | 31 |
| <b>Figura 8</b> Asentador  | 31 |
| <b>Figura 9</b> Canasta  | 32 |
| <b>Figura 10</b> Base de canasta   | 32 |
| <b>Figura11</b> Layout   | 34 |
| <b>Figura12</b> Diagrama de operación del proceso                            | 35 |
| <b>Figura13</b> Etapas del diseño  | 39 |
| <b>Figura14</b> Ejemplos gráficos de tiempo de ciclo y tiempo takt           | 43 |
| <b>Figura 15</b> Diagrama Pert de una de las mitades del proceso de desposte | 48 |

## **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

|               |  |
|---------------|--|
| <b>DIAN</b>   | Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales                  |
| <b>INVIMA</b> | Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos |
| <b>PHVA</b>   | Planear Hacer Verificar Actuar                               |
| <b>MOD</b>    | Mano de Obra Directa   |
| <b>BPM</b>    | Buenas Prácticas de Manufactura                              |
| <b>HACCP</b>  | Análisis de Peligros y Puntos críticos de Control            |
| <b>CIU</b>    | Clasificación Industrial Internacional Uniforme              |
| <b>POES</b>   | Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento      |

## Resumen

Existe en las organizaciones la necesidad de aumentar la eficiencia de la producción, para ello aprovechan al máximo los recursos de utilización de las instalaciones y de la capacidad de producción. En concordancia con esta lógica, en los frigoríficos dedicados al proceso de producción de carne de cerdo, en el área de Desposte se requiere de un estudio de mano de obra directa (MOD). Con base en dicho estudio se hallará una aproximación al rendimiento hora/hombre que permita un acercamiento a la cantidad de mano de obra requerida para la producción planeada, la evaluación de rendimientos y los factores que inciden en ello.

La metodología para desarrollar dicho estudio de tiempos y movimientos que determine el rendimiento y la capacidad de producción bajo la orientación de la metodología del ciclo PHVA<sup>1</sup>, lo cual nos permitirá encontrar el tiempo promedio que emplea un operario en realizar una actividad, los tiempos a los cuales se debe procesar una canal de cerdo para poder cumplir con la demanda, los rendimientos y cálculo de la eficiencia. Con este estudio buscamos proponer alternativas de gestión de tiempos para mejorar los rendimientos de la MOD el área de desposte de cerdo.

*Palabras clave:* frigoríficos, tiempo promedio, tiempo de ciclo, operario de producción.

---

<sup>1</sup> PHVA: Es un método de mejora continua que se ejecuta mediante las cuatro fases de su acrónimo. (Planear, Hacer, Verificar, Actuar)

### **Abstract**

There is a need in organizations to increase production efficiency, to do so they make the most of the resources used in the facilities and production capacity. In accordance with this logic, in the meat processing plants dedicated to the pork production process, a direct labor study (MOD) is required in the Disposal area. Based on this study, an approximation to the man/hour performance will be found that allows an approach to the amount of labor required for the planned production, the evaluation of performance and the factors that affect it.

The methodology to develop this proposal is a study of times and movements that determines the performance and production capacity under the guidance of the PHVA cycle methodology, which will allow us to find the average time that an operator spends in carrying out an activity, the times at which a pig carcass must be processed to meet demand, performance and efficiency calculation. With this study we seek to propose time management alternatives to improve the performance of the MOD in the pork trimming area.

*Keywords:* trimming area., average time, performance, production operator.

## Introducción

La industria alimentaria estará siempre en auge mientras sigan existiendo consumidores y el crecimiento demográfico se evidencia cada año. En promedio cada ser humano necesita 0.8 g de proteína diaria por kilogramo de peso. En síntesis, la producción de carne de un vacuno ocurre cada 2.2 años y produce en promedio 200 kg de carne al año, mientras que la de ganado porcino ocurre cada 0.5 veces al año con un promedio de 20 cerdos al año, lo que en promedio sería equivalente a 1100 kg de carne al año (FAO, 2000). En Colombia el consumo de carne de cerdo va en ascenso; sin embargo, se estimó que para 2018 la producción de carne de cerdo certificada se concentraba en un 92.3% en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Eje Cafetero, Valle del Cauca y Meta (Porkcolombia, 2019).

Teniendo en cuenta la tendencia de crecimiento del consumo, se prevé también un aumento de la oferta para suplir esta demanda por tal razón, en el presente trabajo se aborda un factor importante en la planeación de la producción como lo es la Mano de Obra Directa para el área específica de desposte de cerdos, con el propósito de que los frigoríficos puedan alcanzar el rendimiento deseado con los recursos óptimos, ya que actualmente, los diferentes sectores de la economía se centran en fijar un plan de trabajo que se ajuste además, al presupuesto, capacidad de almacenamiento, capacidad de la maquinaria, disponibilidad de transportes, localización estratégica y materia prima disponible en el mercado.

El estudio a realizar en el presente trabajo busca que, mediante el uso de equipos para la medición, formatos, una serie de conceptos clásicos de la ingeniería y bajo un enfoque de mejora continua, el productor colombiano de carne de cerdo pueda gestionar su personal y su proceso de transformación de canal a carne, sin que resulte costoso. Se formula una propuesta de planeación de mano de obra necesaria para la producción en el área de desposte porcino, siguiendo la metodología de (Freivalds & Niebel, 2009). Dependiendo de los escenarios, se realiza balanceo en la línea que no alcance los rendimientos esperados de acuerdo a los tiempos takt.

## 1 Planteamiento del problema

En las empresas existen los costos fijos, los cuales se deben tener en cuenta para determinar los costos de producción de un producto, a partir de los cuales se fija un margen de utilidad y finalmente un precio de venta competitivo, o por lo menos racional. Sin embargo, la importancia de los costos abarca otras áreas, ya que estos impactan directamente en el control de las operaciones, en la planeación de la producción, en la permanencia de la empresa en el mercado y en la toma de decisiones. Así mismo, una adecuada administración de los costos, ya sea dividiéndolos por centros, facilita la administración de recursos, las auditorías internas y la implementación de procesos de mejora continua.

Actualmente, en empresas agroindustriales dedicadas a la producción de carne de cerdo en Colombia se presenta incertidumbre acerca de la cantidad de mano de obra directa necesaria para realizar el proceso de desposte de canal, lo cual se considera un problema teniendo en cuenta que OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas prevé que la oferta mundial de carne se incrementará durante esta década, y la disponibilidad de carne de cerdo crecería 13,1% en el período 2020-2030 (OCDE, 2021); ); Así mismo, la producción en la región es liderada por Brasil que produce 4.5 millones de toneladas de carne porcina, le sigue México y en el tercer lugar se ubica Argentina (FONTAGRO, 2023). En Colombia, el consumo de carne de cerdo por persona pasó de los 12,1 kg a los 13 kg en 2022, la producción de carne de cerdo creció 7% y mantuvo la cobertura de cerca del 80% del mercado de carne de cerdo del país (Pokcolombia, 2023).

En Colombia los hábitos de consumo han cambiado, la publicidad y el alto costo de la carne vacuna ha creado la oportunidad para que más inversionistas se animen a incursionar en este sector de la agroindustria; sin embargo, al ser un sector productivo relativamente nuevo, hay incertidumbre en muchos aspectos, uno de tantos es la gestión de mano de obra directa a contratar para el proceso de desposte, que a su vez incide en otros factores como son las variaciones en la planeación de la producción, la capacidad de las instalaciones, las certificaciones, las condiciones de salubridad de la mano de obra disponible y el nivel de capacitación a los operarios. Los efectos que se presentan son altos costos en producción, pérdida de capacidad de los recursos, productos no inocuos, sobrecarga laboral y ausentismo por incapacidad.

## **1.1 Pregunta de investigación**

¿Para qué implementar un modelo de gestión de mano de obra directa necesaria, en un proceso de desposte de cerdo?

## **1.2 Hipótesis**

### ***1.2.1 Hipótesis de trabajo***

Un estudio de tiempos y movimientos ayuda a la determinación de la mano de obra directa necesaria, en un proceso de desposte de cerdo

### ***1.2.2 Hipótesis estadística***

La cantidad de mano de obra de un área de desposte es eficiente si la capacidad de producción es mayor al tiempo necesario para procesar las cantidades demandadas

#### **1.2.2.1 Hipótesis nula**

La cantidad de mano de obra de un área de desposte no es eficiente si la capacidad de producción es menor al tiempo necesario para procesar las cantidades demandadas

***1.2.2.1.1 Hipótesis alterna.*** La cantidad de mano de obra de un área de desposte es eficiente si la capacidad de producción es menor al tiempo necesario para procesar las cantidades demandadas.

***1.2.2.1.2 Variables.*** Capacidad de producción, tiempo de procesamiento, cantidad de mano de obra directa.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Proponer un modelo de gestión de mano de obra directa para el proceso de Desposte de cerdo, mediante la aplicación de metodologías apropiadas, con enfoque en la mejora continua, para frigoríficos en Colombia.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Diagnosticar y analizar el estado actual del mercado y de las condiciones normativas de la industria de producción de carne de cerdo en Colombia.
- Describir las actividades que componen el proceso de desposte de cerdo en frigoríficos.
- Diseñar estudios de tiempos para la verificación de rendimientos, el cálculo de la eficiencia, la capacidad del proceso y los operarios necesarios para poner en marcha un turno adicional de un área de desposte de cerdo.
- Proponer mecanismos de acción acordes con los posibles escenarios resultantes de la implementación de la metodología propuesta.

### **3 Marco teórico**

#### **3.1 El ciclo de la calidad PHVA**

El ciclo de la calidad PHVA es una herramienta que fue trabajada desde 1950 por Edward Deming, y que se fundamenta en cuatro pasos: planear, hacer, verificar, actuar; en términos generales; afirma (Zapata, 2016) que el ciclo PHVA permite el desarrollo de los proyectos siguiendo el orden lógico en el que la fase de Planear se enfatiza en qué hacer y cómo hacerlo, en el Hacer se impulsan los procesos de acuerdo a lo planificado, en el Verificar se monitorean los procesos y se realiza seguimiento para confirmar que las actividades se ejecutaron según lo planificado, y el Actuar se toman acciones para el mejoramiento continuo de los procesos y se establecen compromisos de cómo mejorar la próxima vez.

#### **3.2 Estudio de los métodos y tiempos**

La importancia del estudio de los métodos y tiempos en la industria es fundamental para optimizar los recursos necesarios dentro de un proceso de producción, mejorar puestos de trabajo y aumentar la productividad de las empresas, ya que por medio de este se logra una programación de la producción eficiente para cumplir con fechas de entrega de pedidos (Cano Lopera, 2020)

#### **3.3 Técnicas de medición del trabajo**

Existen varias técnicas de medición del trabajo (estudio de tiempos con cronómetro, datos de estándares, fórmulas de tiempos o estudios de muestreo del trabajo) que son buenos medios para establecer estándares justos de producción. Todos estos métodos se basan en hechos. Estudian cada detalle del trabajo y su relación con el tiempo normal que se requiere para ejecutar el ciclo completo. Los estándares de tiempo cuidadosamente establecidos posibilitan una mayor producción en una planta, incrementando así la eficiencia de los equipos, instalaciones y del personal involucrado.

#### **3.4 Estudio de rendimientos**

Se pretende hacer una propuesta de estudio de planeación de mano de obra necesaria y de rendimientos de ésta en el área de desposte de cerdo a fin de que sirva de base para mejorar la eficiencia de la producción. Entiéndase el término rendimiento de mano de obra tal como lo define (Botero, 2002) como la cantidad de obra de una actividad completamente ejecutada por un equipo compuesto por uno o varios operarios de diferente función por unidad de recurso humano

normalmente expresada por um/h (unidad de medida/ hombre). La evaluación de desempeño será aplicada con el fin de que los operarios estén conscientes de cómo se encuentran profesionalmente en sus actuales puestos de trabajo y saber qué aspectos deben mejorar luego de una retroalimentación.

### **3.5 Takt time**

El takt time es una herramienta lean manufacturing que depende de los requerimientos del cliente, y corresponde al ritmo en que las unidades deben ser producidas para satisfacer al cliente; para que el cálculo sea confiable se deben descontar los tiempos muertos en producción; sin embargo, el takt time no necesita de estudios de tiempo para ser calculado (Conexión Esan, 2015).

### **3.6 Tiempo de ciclo**

El tiempo de ciclo es el tiempo productivo real que invierten los operarios en la transformación de materia prima. Para el cálculo del tiempo de ciclo se debe hacer uso del cronómetro, vuelta a cero; entre más pequeño sea, más unidades podrá producir (Parra et al., 2020).

## **4 Metodología**

El enfoque utilizado para el desarrollo del presente proyecto es descriptivo, ya que se estudia un caso con el fin de establecer un comportamiento; se describen todos criterios para poner en marcha una planta de desposte de canales y los procesos para llevar a cabo un desposte de canal. La investigación es teórica porque se pretende formular una propuesta que mejore la planeación de cuadrillas necesarias para desarrollar un proceso productivo en un frigorífico porcino. Las técnicas empleadas son los métodos clásicos de muestreo y de ingeniería de procesos, cronometraje y estadística básica. El proyecto se desarrollará en diferentes fases: en la fase de planeación se hace la descripción del problema con un análisis de causas y efectos, y se diseña un glosario. En el hacer se procede con la recolección de información que sustenta el modo de operación en el área de desposte de cerdo; métodos de producción, diagrama de recorridos, diagrama del proceso y conocer la normativa en la cual se apoyan, identificación de los puestos de trabajo y definir el inicio y el fin de la actividad; se diseña la propuesta para cronometrar esos tiempos, se selecciona un factor de valoración del ritmo de trabajo y los respectivos suplementos.

En la fase de verificar se procede con la formulación de un modelo de verificación de rendimientos, se comprueba que cada acción ejecutada haya alcanzado la meta propuesta, el resultado esperado y el escenario (conformidad/no conformidad) deseado y se propone balanceo de línea en caso de que no se alcancen los rendimientos en alguna de ellas. En el actuar se hace una propuesta para llevar registros de las acciones según el escenario, de acuerdo con, si es acción de mejora, si es preventiva o es una acción correctiva. Finalmente se establecen acciones correctivas y preventivas, responsables, y fecha de la próxima verificación para llegar a nuevas conclusiones y reiniciar el ciclo.

## 4 Resultados

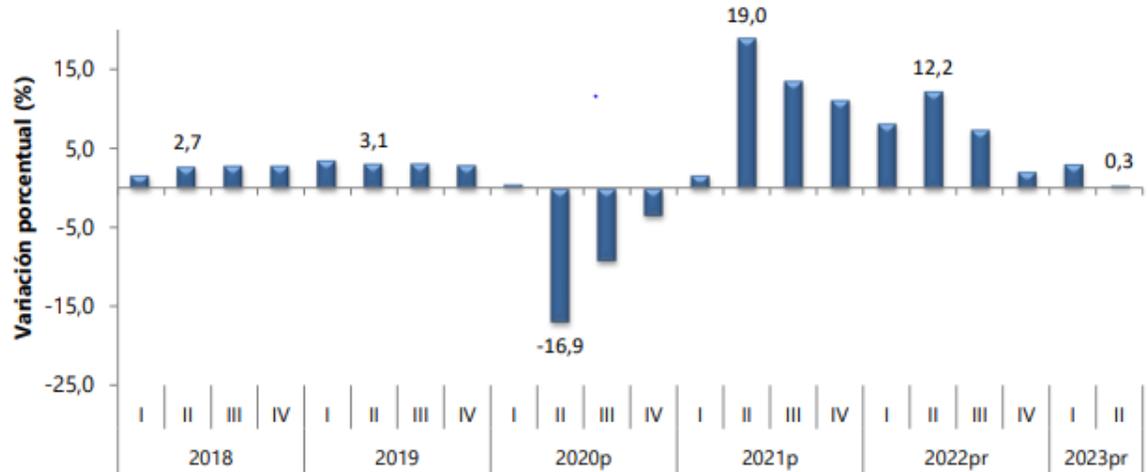
### 4.1. Aspecto económico local.

Hablar de desarrollo es divagar un poco en la ambigüedad ya que el desarrollo es un concepto que depende en gran medida del punto de vista del investigador; se puede tomar el desarrollo a partir de la comparación entre factores de una cultura y otra, en la medida del qué tan eficiente y sostenible es el proceder de dicha sociedad con aprovechamiento de algún recurso objeto de estudio, qué tanta necesidad tiene y la proporción con satisfactores. El desarrollo humano es un continuo suceder que se desenvuelve en los espacios privados y públicos; el desarrollo humano es integral, porque abarca los procesos de crianza, madurez, cognitivos, comunicativos, morales, lúdicos, productivos y políticos.

En Colombia se comenzaron los primeros planes de desarrollo a partir de los 70's, cuando el Banco Mundial lanzó su política de "Asalto a la Pobreza", la cual dio como origen a los programas de Desarrollo Rural Integrado, DRI, para que respondiera a un nuevo modelo de desarrollo a partir del cubrimiento de las necesidades (Cortés Santamaría, 2013). Sin embargo, se ha seguido elaborando planes de desarrollo cada vez que inicia un nuevo mandato desde lo nacional a lo municipal, cada gobierno trae una nueva idea de cómo potencializar los factores que influyen en el desarrollo en su periodo de gobernanza.

En cuanto a desarrollo económico, si hablamos de un indicador que podría arrojar luces al respecto, ese factor sería el Producto Interno Bruto (PIB). En Colombia en el último trimestre de 2023 se presentó un crecimiento del PIB de 0,3% en comparación con el mismo periodo del año anterior, la desaceleración del crecimiento económico actualmente es un efecto mundial, pues estos resultados están por encima de países como Alemania (-0,1%), Austria (-0,3%) y Suecia (-2,2%); según informó la directora del DANE (Casas Lugo, 2023).

**Figura 1**  
*Producto Interno Bruto 2023*



Fuente: DANE, Cuentas nacionales  
 \*Series encadenadas de volumen con año de referencia 2015

Fuente: DANE

#### 4.1.2 Estudio del sector.

El código CIU al que pertenece el sector de estudio según clasificación de la DIAN es el 1011: Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos.

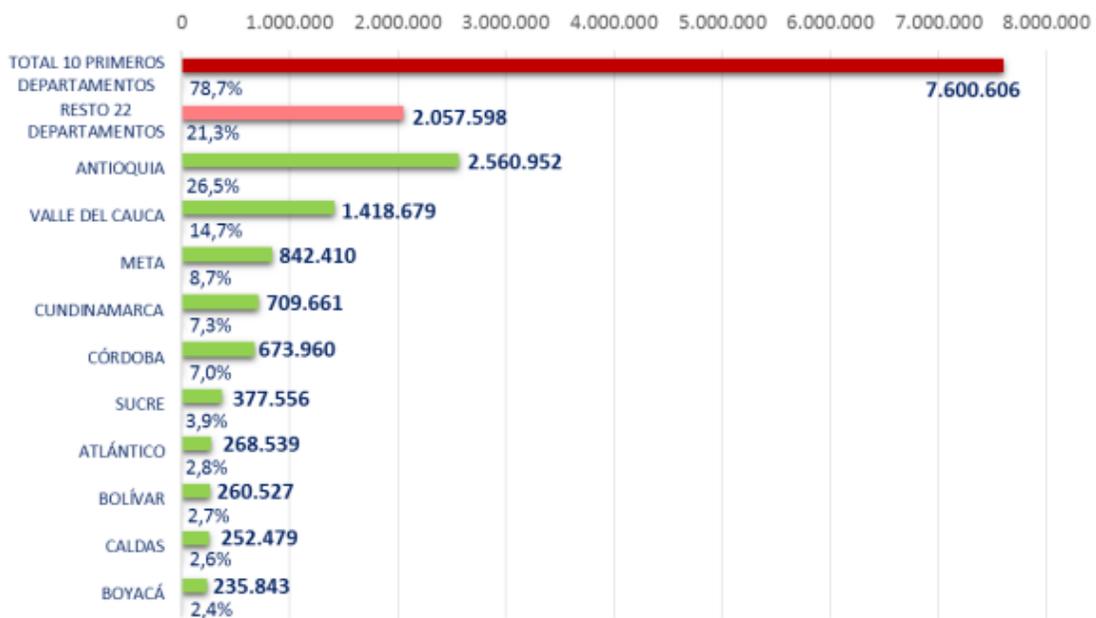
Durante el 2022 la producción nacional de alimentos en Colombia aportó al PIB 21,9 billones de pesos y tuvo un crecimiento del 6,5% frente al año anterior, representando el 18,6% del PIB manufacturero del país (Portafolio, 2023). Por su parte, la producción de carne de cerdo alcanzó 526.000 toneladas en 2022, con un alza de 7,2% con respecto a las 491.244 toneladas de 2021, además, los productores de cerdo lograron un incremento real del 25% en su producción, y actualmente de la cantidad de carne de cerdo que se consume en el país el 80% es producida en el territorio nacional (Porkcolombia, 2022). Un dato interesante a tener en cuenta es el nivel de importaciones, ya que estas obligan al productor a mantener precios competitivos, es por eso que, aunque la inflación está alta, el precio de la carne de cerdo al consumidor final es la proteína más accesible, e incluso hasta bajaron los precios desde el pasado año (2022).

En el mercado de producción de carne porcina en la región, Colombia está entre los cinco mayores productores; no obstante, el panorama ha cambiado para el país debido a mejores

resultados que en parte se deben mucho a la inversión que se ha hecho en publicidad que ha aumentado la confianza del consumidor local en este tipo de proteína. Según declaraciones del coordinador del departamento de Economía e Inteligencia de Mercados, Carlos Castro, en el mediano plazo.

Respecto al censo de 2022 en Colombia existen más de seis millones de cerdos, de los cuales, más del 60% corresponde a animales tecnificados y el restante porcentaje corresponde a producción de traspatio. La producción tecnificada se da principalmente en los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca. La industria porcina colombiana tiene dos objetivos para seguir creciendo, por un lado está aumentar en producción para mermar el porcentaje de importaciones, y por otro lado sortear el peso de la materia prima mejorando las conversiones alimentarias, brindar a los porcicultores herramientas de tecnificación adaptadas a la legislación y que además sean consideradas con el bienestar animal; otro factor importante a considerar son los avances nutricionales, ya que al ser incorporados en la dieta de los animales mejora la calidad y la conservación del producto y sus derivados (Díez, 2022).

**Figura2**  
*Producción porcinos por departamento 2023*



Fuente: ICA

## 4.2 Identificación de los productos.

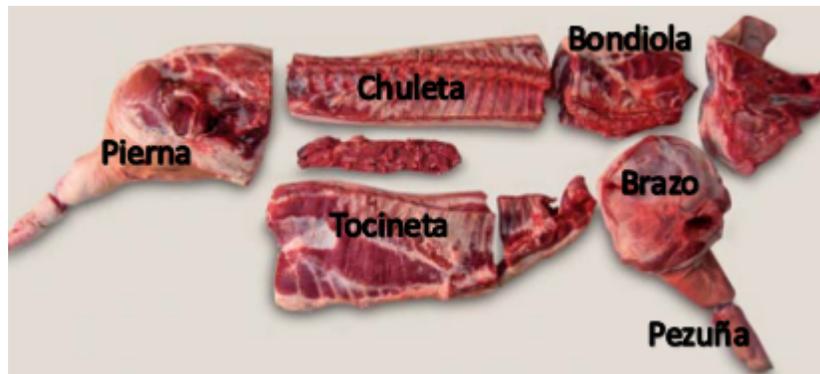
### 4.2.1 Producto principal

El producto principal que se procesa en un área de despostes es la canal de cerdo, de la cual se extrae la carne de cerdo en sus cortes tradicionales, podemos dividirlos en cortes básicos como son:

- **Brazo:** corresponde al fragmento de brazo que va entre la pezuña y la paleta.
- **Pierna:** corresponde al pernil del cerdo desde la pezuña.
- **Bondiola:** es el corte comprendido entre la nuca y el lomo del animal; parte superior de la columna vertebral.
- **Tocineta:** la tocineta es el corte que va desde las costillas hasta la panza o vientre del animal.
- **Chuleta:** la chuleta de cerdo es el corte que va desde la bondiola, hasta finalizado el lomo; es decir, toda la porción alrededor de la columna hasta donde inicia la cola.

### Figura3

*Media canal con cortes básicos*



*Fuente: Centro de Tecnología Alimentaria*

### 4.2.2 Otros productos.

De un cerdo se derivan otros productos aprovechables, como son la sangre, las vísceras blancas (intestino) y rojas (pulmones, corazón, aorta, diafragma), la cabeza; como producto final

o descarnada, la mucosa, los productos no comestibles como la empella, los huesos y partes descartadas por calidad pueden aprovecharse para el proceso de alimentos de animales (harinas).

Otros productos del proceso son:

- **Tejido graso:** el tejido graso es el componente del corte que no es carne comestible; se separa de los cortes en el proceso de “limpieza” al que se le conoce también como sebo y es aprovechado en la industria cosmética.
- **Cuero:** hace referencia a la piel del cerdo que se puede aprovechar en la industria de la marroquinería; se separa del tejido graso por medio de una máquina eléctrica llamada descueradora.
- **Recortes:** los recortes son las partes de carne que sobran para el estándar del corte; se separan de los cortes en el proceso de “remate”, es carne apta para el consumo humano y suelen ser utilizados para la elaboración de embutidos.

### 4.3 Proceso

#### 4.3.1 Método de producción: *Producción continua o en serie.*

La producción continúa se caracteriza por elaborar productos siguiendo un estándar y crear responsabilidades a cada operario, quien se apoyará en una máquina o herramienta para su desempeño. Tal como su nombre lo indica, la producción continua es constante desde el inicio hasta finalizar la jornada laboral, es la más apropiada cuando la demanda es estable, los procesos pueden estar automatizados mediante una línea de proceso que es la que marca la velocidad a la cual se debe mover la producción, y el personal a contratar no necesariamente tiene que estar altamente cualificado.

#### 4.3.2 Condiciones normativas para el desposte de cerdo.

El marco legal que rige el funcionamiento de las plantas de procesamiento de cerdo está contemplado de la siguiente manera:

- **Decreto 1500 del 2007** del ministerio de protección social por el cual se establece el reglamento técnico para la inspección, vigilancia y control de la carne y los productos cárnicos.
- **Resolución 4282 del 2007** del ministerio de la protección social por el cual se establece los requisitos sanitarios y de inocuidad de la carne y productos cárnicos

comestibles de la especie porcina destinadas para el consumo humano y las disposiciones para su beneficio, desposte, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación y exportación.

- **Resolución 240 del 2013** del ministerio de salud y protección social en la cual se establecieron los requisitos sanitarios para el funcionamiento de las plantas de beneficio animal para las especies bovinas, bufalinas y porcinas.
- **Decreto 2270** del ministerio de salud y protección social por el cual se modifica el Decreto 1500 de 2007, modificado por los Decretos 2965 de 2008, 2380, 4131, 4974 de 2009, 3961 de 2011, 917 de 2012 y se dictan otras disposiciones.

#### ***4.3.3 Condiciones del personal manipulador.***

Todas las personas que trabajan en contacto directo con los animales, la carne, productos cárnicos comestibles, las superficies en contacto con los productos y los materiales de empaque deben cumplir con los siguientes requisitos:

**4.3.3.1 Estado de Salud:** El personal manipulador debe acreditar su aptitud para manipular alimentos, mediante reconocimiento médico soportado por el examen físico clínico y, como mínimo las siguientes pruebas de laboratorio:

- Coprológico.
- Frotis de garganta o faríngeo.
- El reconocimiento médico debe efectuarse como mínimo una vez al año, o cada vez que se considere necesario

**4.3.3.2 Educación y capacitación:** El manipulador de alimentos debe ser entrenado para comprender y manejar el control de los puntos críticos que están bajo su responsabilidad, la importancia de su vigilancia o monitoreo, además, debe conocer los límites críticos y las acciones correctivas a tomar cuando existan desviaciones en ellos. Implementar un programa de capacitación técnico-práctico, continuo y permanente para los manipuladores de alimentos, técnicas y metodologías que promuevan el cumplimiento de la legislación sanitaria vigente y aplicable a todo el personal manipulador de alimentos desde el momento de su contratación. La capacitación debe ser impartida por personas con formación profesional en saneamiento, ciencias biológicas, de la salud, alimentos y afines y demostrar experiencia en el área de carnes, mínimo de dos años, experiencia.

#### 4.3.3.3 Prácticas higiénicas y medidas de protección:

- Usar ropa de trabajo de color claro que permita visualizar fácilmente su limpieza, con cierres o cremalleras y/o broches en lugar de botones u otros accesorios que puedan caer en el alimento, sin bolsillos ubicados por encima de la cintura.
- Cuando se utiliza delantal, éste debe permanecer atado al cuerpo en forma segura para evitar la contaminación del alimento y accidentes de trabajo.
- Por razones de bioseguridad la limpieza y desinfección de la ropa son responsabilidad del establecimiento, pudiendo realizarla dentro de las instalaciones de la planta, en cuyo caso, se contará con un área de lavandería o podrá contratarse el respectivo servicio.
- El manipulador de alimentos no puede salir e ingresar del establecimiento vestido con la ropa de trabajo.
- Lavarse y desinfectarse las manos, antes de comenzar su labor, cada vez que salga y regrese al área asignada, después de manipular cualquier material u objeto que pueda representar un riesgo de contaminación para el alimento.
- Mantener el cabello recogido y cubierto totalmente mediante malla, gorro u otro medio efectivo y, en caso de llevar barba, bigote o patillas anchas, se debe usar cubiertas para éstas.
- No se permite el uso de maquillaje.
- El manipulador deberá contar con todos los elementos de protección, según la actividad desarrollada.
- Dependiendo del riesgo de contaminación asociado con el proceso, será obligatorio el uso de tapabocas, que cubra nariz y boca mientras se manipula el alimento. 11. Mantener las uñas cortas, limpias y sin esmalte.
- Al personal no se le permite usar reloj, anillos, aretes, joyas u otros accesorios mientras realice sus labores. En caso de utilizar lentes, deben asegurarse.
- Usar calzado cerrado, de material resistente e impermeable y de tacón bajo.
- De ser necesario el uso de guantes, éstos deben mantenerse limpios, sin roturas o imperfectos y ser tratados con el mismo cuidado higiénico de las manos. El material

de los guantes, debe ser apropiado para la operación realizada. El uso de éstos no exime al operario de la obligación de lavarse y desinfectarse las manos.

- No está permitido comer, beber o masticar cualquier objeto o producto, como tampoco fumar o escupir en las áreas donde se manipulen alimentos.
- El personal que presente afecciones de la piel o enfermedad infectocontagiosa, debe ser excluido de toda actividad directa de manipulación de alimentos.
- Los manipuladores no deben sentarse ni acostarse en el pasto, andenes o lugares donde la ropa de trabajo pueda contaminarse.
- La empresa es responsable de suministrar la ropa de trabajo en número suficiente para el personal manipulador, con el propósito de facilitar el cambio de indumentaria en cada turno o cada vez que se requiera.

#### ***4.3.4 Área de desposte***

Las plantas de desposte que realicen desposte de la canal deben cumplir, además de los estándares de ejecución sanitaria, los siguientes requisitos:

La ubicación, construcción, diseño y dimensiones de las instalaciones deben estar acordes con el volumen del producto a ser despostado y se evitará la contaminación cruzada durante las operaciones.

- Cuando el desposte se encuentre ubicado en las instalaciones de la planta de beneficio, éste debe estar separado físicamente de las demás áreas.
- Las plantas de desposte deben contar con una separación física entre las actividades de deshuese, corte, empaque primario y la actividad de empaque secundario o embalaje.

#### ***4.3.5 Requisitos de los equipos y utensilios***

- El ingreso y transporte de las canales, medias canales y cuartos de canal debe efectuarse en rieles aéreos en el traslado de las carnes se podrá utilizar cintas transportadoras de material sanitario.
- Los equipos y utensilios deben estar contruidos en material sanitario con diseño que evite la contaminación.
- Contar con un sistema de disposición de huesos y productos no comestibles que garantice las condiciones de higiene de la carne y evite la acumulación de los mismos.

- Contar con cuartos de almacenamiento, refrigeración y/o congelación.
- Disponer de equipos de medición adecuados para el control de la temperatura, debidamente calibrados y en las escalas requeridas por el proceso.

#### ***4.3.6 Requisitos de las operaciones***

- La temperatura del ambiente debe mantenerse como máximo a 10°C.
- Los contenedores o canastas con producto, tanto en proceso, como terminado no pueden tener contacto directo con el piso, para lo cual, se emplearán utensilios en material sanitario.
- Exposición, disección y retiro de ganglios.

#### ***4.3.7 Herramientas para despostar cerdos***

En un área de desposte de versos es indispensable el uso de los Elementos de Protección Personal (EPP) y las herramientas para el correcto desarrollo del proceso.

Los EPP son importantes para garantizar la integridad del operario en la realización de las actividades previniendo que cualquier tipo, como cortes, caídas de elementos, y demás incidentes le afecten, los más usados son:

- Cascos
- Antebrazos plásticos
- Guante anticorte
- Peto en malla de acero.

Entre las herramientas para el desposte de cerdo son indispensables las siguientes:

**Cuchillo para deshuesar:** este es el cuchillo que se usa para separar la carne del tejido óseo, este es un cuchillo corto, de hoja de acero y punta fina, de mango en polipropileno antideslizante.

**Figura 4**

*Cuchillo de deshuesado*



*Fuente: <https://colombia.yaxa.co/>*

**Cuchillo para limpieza del corte:** este es el tipo de cuchillo usado para separar el tejido graso del corte, tiene hoja ancha, de acero con mango en polipropileno antideslizante

**Figura 5**

*Cuchillo de limpieza*



*Fuente: <https://www.citalsa.com/>*

**Chaira:** las chairas son un instrumento usado para dar filo a los cuchillos, tiene mango en polioximetileno y hoja de acero inoxidable de una longitud de 150 milímetros.

**Figura 6**  
*Chaira*



*Fuente:* <https://www.ferrepat.com/>

**Gancho:** el gancho es utilizado en la labor de desposte para facilitar la labor de desposte en el corte primario, para las sujetar de partes pesadas y voluminosas. Está elaborado en acero inoxidable y mango en polipropileno.

**Figura 7**  
*Gancho*



*Fuente:* <https://www.citalsa.com/>

**Asentador:** el asentador está instalado en cada puesto de trabajo es útil para acomodar el filo de la hoja del cuchillo, está elaborado en acero inoxidable.

**Figura 8**  
*Asentador*



*Fuente:* <https://www.citalsa.com/>

**Canastillas:** las canastillas están fabricadas en material plástico, se debe asegurar que están limpias y desinfectadas ya que son usadas para el almacenamiento del producto cárnico para consumo. Una canal, en promedio requiere de cinco canastillas para su almacenamiento.

**Figura 9**  
*Canasta*



*Fuente:* *Elaboración propia*

**Base de canasta:** La base de canastilla es indispensable para el soporte de la canastilla, ya que, según normativa, la canastilla no debe tener ningún contacto con pisos.

**Figura 10**  
*Base de canasta*



*Fuente:* <https://tienda.pallomaro.com/>

**Bolsas para empaque según especificaciones:** Las bolsas pueden usarse para empaque de unidades al vacío y bolsatina para cubrir la canastilla en productos al granel.

#### **4.3.8 Producto.**

En un área de desposte se procesan los productos de acuerdo a los requerimientos del cliente; la clasificación comprende productos al vacío y productos a granel

- **Productos al vacío:** Productos a vacío son aquellos que requieren un procedimiento especial de sellado al vacío mediante la utilización de una máquina (Aguillon, 2020).
- **Productos al granel:** Productos a granel son aquellos para los que su empaque es bolsatina, y se realiza un amarre para su posterior etiquetado.

### **4.4 Planear**

#### **4.4.1 Caracterización del proceso.**

El proceso inicia con la recepción de canales, que según normativa deben llegar en riel y con una temperatura de 7°C medida en el centro de la masa muscular, de allí se continúa con el despeje de solomito; un operario puede hacer el despeje de ambos solomitos desde la canal. Seguidamente, se continúa con la bajada de brazos; como para este es uno de los puestos de trabajo más críticos, se debe hacer uso de gancho, cuchillos y todos los EPP, se continúa por la línea de brazo con el corte de la pezuña, el descuerado del brazo, el deshuesado; proceso para el cual se hace uso de un cuchillo deshuesador y seguidamente se lleva el producto a la zona de

empaque de productos de brazo y derivados. El material óseo es llevado a una zona externa para su adecuado tratamiento.

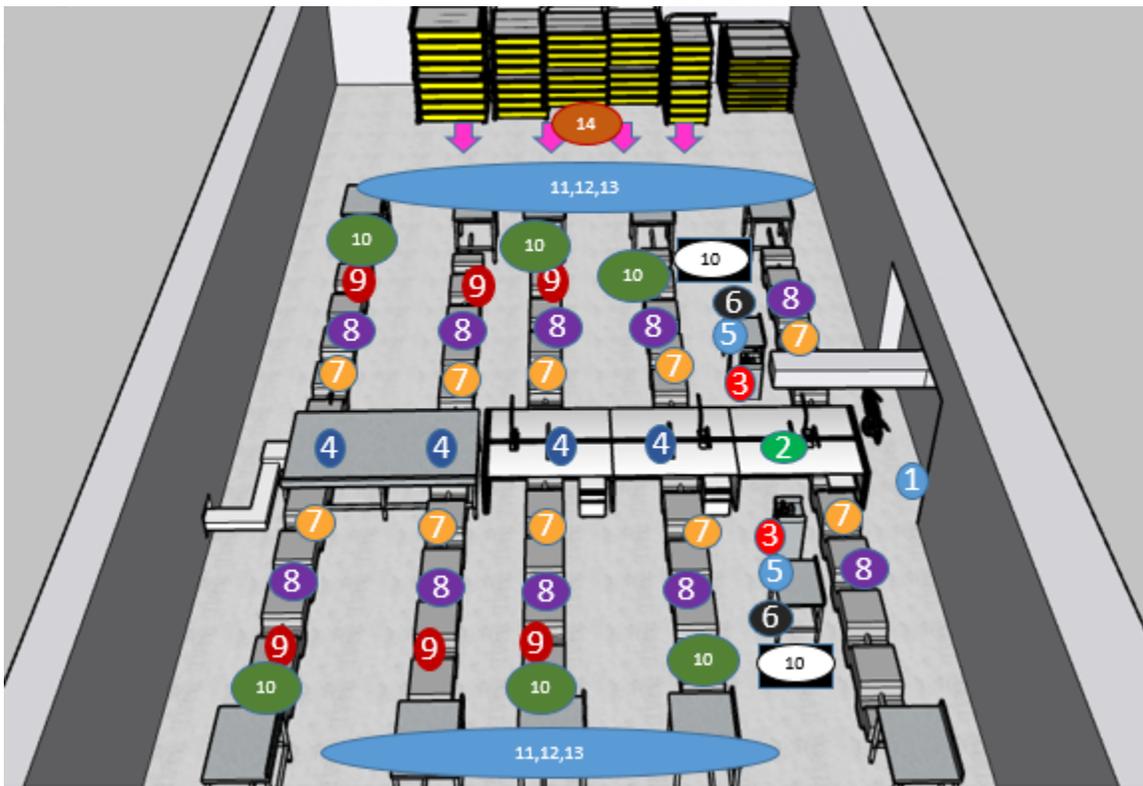
Continuando con la canal, se baja del riel para ser llevada al área de corte de pierna; proceso que deberá hacerse con sierra eléctrica, continuando con la línea de pierna, se corta la pezuña, se lleva la pierna a un corte y adecuación de las colitas del cerdo, se continúa con un proceso de descuerado de pierna, deshuesado. Seguidamente se despieza la pierna y se acondicionan los cortes, para finalmente dirigir el producto acondicionado a zona de empaque y los recortes se envían en bolsatina como producto granel. El cuero de la pierna se envía a un área externa para ser acondicionado y se comercializa como piel de cerdo.

Se continúa con la canal y se hace el corte en sierra para separación de tocineta. Continuando con la tocineta, se cortan costilletas y esternón, se retira huesos de pecho y costilla, se continúa al proceso de retiro de la tocineta y el chicharrón. A continuación, se envía el producto para la zona de embolsado de costilla, chicharrón y tocineta, finalmente se envía el cuero para acondicionamiento.

Siguiendo con lo que queda de la canal, se divide lo restante en bondiola y chuleta. Si continuamos con la línea de bondiola, inicialmente se descuera la bondiola, se deshuesa, se prosigue con la limpieza de tejido graso y finalmente va a la zona de embolsado. Se envía cuero y hueso para acondicionamiento en máquina descueradora y sierra, respectivamente.

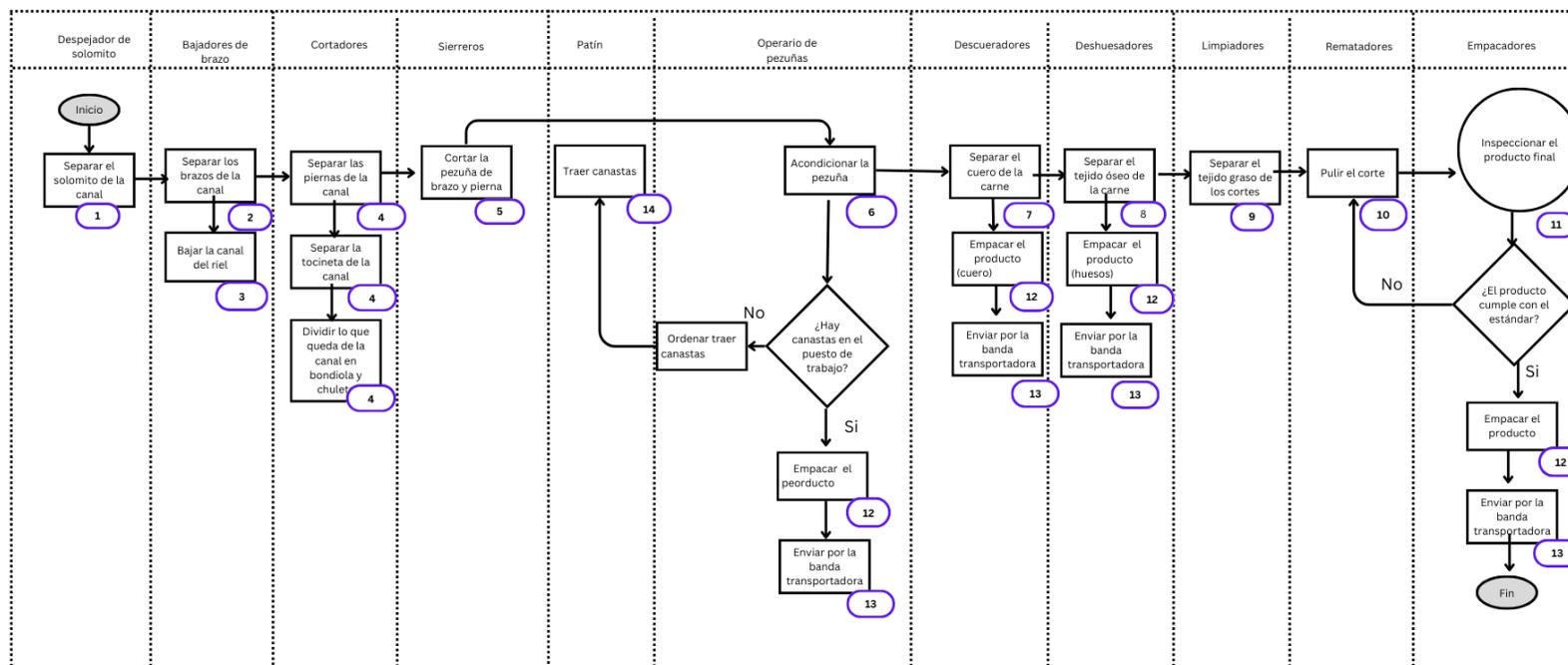
Se acondiciona la chuleta de acuerdo con los requerimientos del cliente; que puede ser, chuleta completa, lomo estándar, lomo con tocino, lomo completo o producto a granel. Los procesos son todos iguales, cambian las especificaciones del producto y la cantidad final. El proceso de chuleta inicia con un descuerado, sigue el porcionado, continúa el proceso de limpieza, se remata y se dirige el producto al proceso de embolsado. Por último, se envía el cuero y el tejido óseo al área de acondicionamiento.

**Figura11**  
*Layout*



*Fuente: Elaboración propia.*

**Figura 12**  
Diagrama de operación del proceso



Fuente: Elaboración propia

#### ***4.4.2 Factores que afectan el proceso productivo***

- **Paradas:** las paradas pueden darse por mantenimientos eléctricos, mecánicos, por saneamiento y por retrasos en el área que provee el producto.
- **Ausentismos:** es un factor crítico para este tipo de procesos, ya que, aunque las aseguradoras de riesgos laborales lo clasifiquen como nivel II, la herramienta y maquinaria que se manipula puede ocasionar accidentes y cortes, los cuales pueden causar algunas incapacidades prolongadas.
- **Cuelgas:** las cuelgas se presentan en los procesos cuando la velocidad de la línea va muy rápido o cuando se presenta mucho ausentismo laboral, ya que otro operario no muy experto debe subir a cubrir el faltante, lo cual afecta el rendimiento.

#### ***4.4.3 Factores que inciden en el rendimiento de los operarios***

- Los operarios están expuestos a condiciones de temperaturas inferiores a los 10°C, lo cual ocasiona que las enfermedades leves por virus proliferen por más tiempo del habitual.
- El agotamiento fatiga debido a estar toda la jornada de pie, y en los empacadores por el esfuerzo físico para alzar y enviar canastas.
- El ritmo del trabajo, que suele causar fatiga cuando la línea del proceso va a una velocidad mayor a la habitual.
- Las capacitaciones son un factor importante, ya que un operario bien capacitado ayuda a aumentar la productividad del área y tiene mayor compromiso con la labor y autocuidado.
- El orden y aseo de la sala de procesos contribuyen positivamente más allá de a la calidad del producto, a mejorar el rendimiento laboral.
- La buena calidad de la maquinaria y la herramienta disminuye el sobre esfuerzo laboral y las mudas.
- La calidad y disponibilidad de los EPP contribuyen al buen desarrollo de la labor ya que proporcionan seguridad.
- Otros factores que según (Botero, 2002) inciden sobre el rendimiento del operario son la situación económica del frigorífico, los incentivos económicos, las remuneraciones justas, el ambiente laboral, el trabajo repetitivo, el grado de dificultad, situación personal y actitud hacia el trabajo.

#### 4.4.4 Estructura de la fuerza laboral

Para la producción de cortes de cerdo el área de desposte cuenta con personal distribuido de la siguiente manera:

- 1 Supervisor de producción
- 3 Supervisores de área
- Operarios de producción.

A su vez, por líneas de producción los operarios fijos se encuentran clasificados de la siguiente manera:

**Tabla 1**  
*Operarios por puesto de trabajo*

| Cargo                       | Cantidad |
|-----------------------------|----------|
| Sierreros                   | 2        |
| Patín                       | 2        |
| Bajadores de brazo          | 2        |
| Despejadores de solomito    | 1        |
| Operarios de pezuñas        | 2        |
| <b>Limpiadores de corte</b> | <b>2</b> |
| <b>Deshuesadores</b>        | <b>2</b> |
| <b>Descueradores</b>        | <b>2</b> |
| <b>Embolsadores</b>         | <b>2</b> |
| Supervisores                | 3        |

\* Los cargos en negrita corresponden a operarios cuya cantidad puede aumentar si la planeación de la producción así lo requiere.

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.4.5 Diseño

##### 4.4.5.1 Pronóstico

Para la realización del pronóstico de la demanda podemos hacer uso de metodologías como el análisis de regresión el cual indica que si tenemos un historial suficiente del comportamiento de ésta podemos calcular la predicción aproximada de un periodo futuro a través del uso de un cálculo sencillo. El análisis de regresión lineal es una técnica estadística que

funciona estableciendo una relación entre variables, una variable es conocida y se usa para pronosticar el valor de una variable aleatoria desconocida. La regresión lineal múltiple pone en juego más de dos variables que se exploran, y se cuantifica la relación entre la variable dependiente y las variables independientes, con el objetivo principal de predecir la única variable dependiente seleccionada por el investigador usando las variables independientes (Novales, 2010).

Para los casos en que el propósito sea poner en marcha un segundo turno, para iniciar un nuevo negocio o una nueva sucursal, y no se cuenten con bases históricas, es de utilidad apoyarse en la opinión de un experto en el mercado, y en estudios de prefactibilidad que den unos parámetros de aceptabilidad. Los pronósticos también se hacen para un tiempo determinado; normalmente a corto tiempo, ya que las condiciones del mercado son cambiantes.

#### **4.4.5.2 Planificación de la producción**

En la planeación agregada de la producción se busca mantener un equilibrio entre la cantidad demandada y la ofertada, considerando un stock que nos permita reaccionar a tiempo en caso de imprevistos, pero que no nos genere costos adicionales por almacenamiento. Otro factor importante es el plan maestro de producción, que es la fase en que se establece el margen de temporalidad; se formulan los planes de producción para corto, mediano y largo plazo con el fin de que se puedan estimar las referencias a demandar en cada etapa. La planeación de la producción facilita la toma de decisiones; con este ejercicio se logra formular e implementar estrategias con el fin de hacer negociaciones con proveedores, poner en marcha un turno adicional, se determina la carga de trabajo, las horas laborables, entre otras.

La planificación de la capacidad consiste en ir verificando el rendimiento de la capacidad instalada, que sea soportado por la capacidad de producción, se detectan los requerimientos de recursos de cada área, y así poder cumplir con la planeación; gestión de los recursos de capacidad. En la etapa de programación de la producción se pasa a la acción; se hace uso de los análisis previos, y se acude al uso de las herramientas de apoyo, como son bases de datos, softwares de Planeación de Recursos Empresariales (ERP), graficadoras, análisis estadísticos, cronogramas. Finalmente se debe hacer el control de la producción para ir monitoreando costos y

las cargas laborales, lo cual a su vez lleva a las organizaciones a tomar acciones correctivas para ir mejorando los procesos y productos, lo que garantiza mejor calidad del producto final.

#### 4.4 Hacer

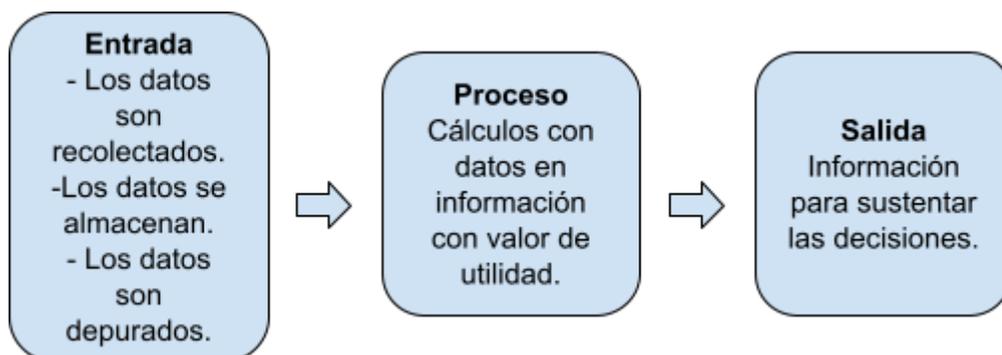
##### 4.5.1 Descripción del diseño

En la planeación de los recursos de capacidad de la MOD para la puesta en marcha de un turno adicional para el área de desposte de cerdos en un frigorífico se tiene en cuenta que los cálculos están basados en una jornada de ocho horas (3600 segundos por hora) por turno, se trabaja con un porcentaje de confiabilidad del 95% se hacen mediciones durante el tiempo necesario, se inició con la observación del proceso y se establecieron criterios de aceptación a los puestos de trabajo para ser tomado en cuenta en las mediciones.

- Actividades repetitivas.
- Que el puesto de trabajo adicional sea compatible con la disponibilidad de instalaciones.
- Que las distancias recorridas no sean muy variables.

Con los anteriores criterios se seleccionaron los puestos de trabajo descuerado, deshuesado, bajada de brazo, despeje de solomito, limpieza, rematado, embolsado y acondicionamiento de pezuñas.

**Figura 13**  
*Etapas del diseño*



Nota. Adaptado de *Mapeo de procesos: SIPOC*, por R. Cabrera, 2017. Tomado de: herramientaslean.com

A continuación, se presentan las ecuaciones usadas para los cálculos:

#### **4.5.2 Cálculo del número de observaciones**

Para el cálculo del tamaño de la muestra con el método estadístico hay que efectuar cierto número de observaciones preliminares ( $n'$ ) y luego aplicar la fórmula siguiente para un margen de error de  $\pm 5$  por ciento (Freivalds & Niebel, 2009):

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - \Sigma(x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad (1)$$

Donde:

$n$ = número de observaciones a realizar

$n'$ = número de observaciones realizadas en estudio preliminar

$x$ = valor de las observaciones realizadas en preliminares

40= constante

#### **4.5.3 Valoración del ritmo de trabajo**

El factor de valoración (FV) del ritmo de trabajo la decide el investigador en conjunto con un supervisor experto en el proceso, y se asigna una calificación según la escala de valoración que se propone en el texto Introducción al Estudio del Trabajo de la Organización Internacional del Trabajo (Kanawaty, 2014) páginas 501-510, encontramos una tabla con valores suplementarios asignados a las actividades según la condición en que se encuentre el operario realizando su labor.

#### **4.5.4 Cálculo del tiempo normal de la actividad**

Después de tener el número de muestras halladas con la fórmula anterior, hallamos una media o promedio para determinar un tiempo medio observado (TMO); las mediciones de tiempos se harán en segundos.

A este resultado lo multiplicamos por el factor de valoración del ritmo de trabajo (FV) y tenemos como resultado el tiempo básico observado (Bautista et al., 2004).

$$TN = TMO * FV \quad ( 2 )$$

Donde TN= tiempo normal

TMO= tiempo medio observado

FV= factor de valoración

#### **4.5.5 Cálculo del tiempo básico de chairado**

el chairado es un proceso propio de la actividad de desposte, pues con el uso es normal que se vaya perdiendo la calidad del filo de los cuchillos. Para la determinación del tiempo observado en esta función se hacen mediciones del tiempo del chairado y se les calcula una media o promedio que denominaremos TCH.

#### **4.5.6 Porcentaje de suplemento**

El porcentaje de suplemento (SUP) es el tiempo de descanso que corresponde al operario de acuerdo a las condiciones de la labor, es asignado independientemente a cada actividad porque los grados de dificultades son diferentes. Los factores de valoración se asignan de acuerdo con la tabla de suplementos que proponen (Freivalds & Niebel, 2009) página 369.

#### **4.5.7 Tiempo estándar**

El tiempo estándar es el tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a paso normal y realizando un esfuerzo promedio para realizar una operación (Freivalds & Niebel, 2009).

El tiempo estándar corresponde al producto entre la suma de los tiempos Cálculo del tiempo básico de la actividad y Cálculo del tiempo básico de chairado. La fórmula que usaremos es una adaptación de la utilizada por (Bautista et al., 2004):

$$TS = (TN + TCH) * SUP \quad ( 3 )$$

Donde TS= tiempo estándar

TN= tiempo normal

TCH= tiempo de chairado

SUP= porcentaje de suplemento

Es necesario enfatizar en que las mediciones se hacen por cuadrillas; es decir, si en el deshuesado de brazo hay seis operarios, se debe hacer el proceso seis veces. El tiempo estándar promedio se calcula con los TS promedios.

$$\underline{TS} = \frac{\sum_{i=1}^n TS}{n} \quad ( 3.1 )$$

#### **4.5.8 Rendimiento de mano de obra**

El rendimiento de la mano de obra es la cantidad de obra de una actividad completamente ejecutada por una cuadrilla por unidad de recursos humanos. Para el cálculo se hace la conversión de segundos a hora y hacemos uso de la fórmula planteada por (Botero, 2002).

$$RMO = \frac{um}{hH} \quad ( 4 )$$

Donde  $um$ = unidad de medida

$hH$ = hora Hombre

Las determinaciones de los rendimientos ayudan a las organizaciones a gestionar los costos de MOD; así mismo, la medición y análisis de tiempos es una forma de comunicarse con el proceso, teniendo en cuenta lo que el proceso comunica mediante éstos, se crean estrategias reales y medibles que lleven a la producción a la meta que se proponga.

#### **4.5.9 Tiempo total del proceso**

el tiempo total del proceso no es más que la sumatoria de los tiempos estándar  $\underline{T}_i$ .

$$TT = \sum_{i=1}^n \underline{TS} \quad ( 5 )$$

Donde  $\underline{TS}$ = tiempo estándar promedio

$n$ '= cantidad de actividades del proceso.

Para facilitar la manipulación de estos tiempos en la industria, conviene hacer la conversión de estas medidas a minutos y finalmente a horas.

**4.5.10 Tiempo de ciclo**

Es el tiempo que tarda en salir una unidad de producto; en nuestro caso, el tiempo que tarda en salir una chuleta, por ejemplo, o si se prefiere totalizar, el tiempo que tarda en salir despostada una canal. Para calcular el tiempo de ciclo, se realizan mediciones de tiempos del proceso, tal cual como se hizo en el proceso para el tiempo estándar, pero con la diferencia de que no se tienen en cuenta suplementos, por lo que ya no estaríamos hablando de tiempo estándar, sino de tiempo de producción neto y se resumiría de la siguiente manera:

**Tabla 2**  
*Fórmulas para determinación del tiempo de ciclo*

|  |   |
|--|---|
| <b>Cálculo del número de observaciones</b><br><i>*Ecuación (1)</i>                   | $n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$ |
| <b>Tiempo de producción de la actividad</b><br><i>*Adaptación de la ecuación (3)</i> | $T_p = TMO + TCH$   |
| <b>Tiempo de producción neto</b>   | $Tp_{neto} = \sum_{i=1}^n T_p$  |

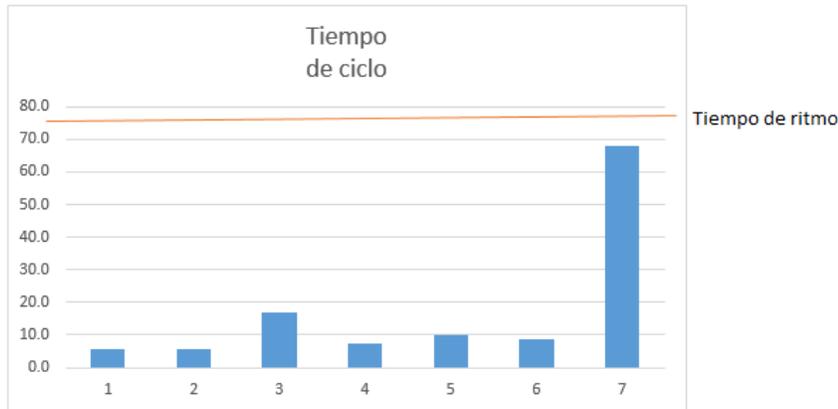
*Fuente: Elaboración propia*

La fórmula para determinar el tiempo de ciclo es la relación entre el tiempo de producción neto y la cantidad de unidades procesadas, según (Wyngaard, 2012) se expresa de la siguiente forma:

$$Tiempo\ de\ ciclo = \frac{Tiempo\ de\ producción\ neto}{cantidades\ de\ unidades\ procesadas} \quad (6)$$

La capacidad del proceso va determinada por la actividad que más tiempo toma en desarrollarse, y esa es considerada el cuello de botella del proceso, en el caso de la siguiente ilustración vemos que el tiempo de ciclo del proceso corresponde al tiempo de la actividad 7.

**Figura 14**  
Ejemplos gráficos de tiempo de ciclo y tiempo takt



Fuente: Elaboración propia

**4.5.11 Tiempo de ritmo o tiempo takt**

Es el tiempo al que debemos producir para suplir la demanda; y a diferencia de los anteriores, este indicador no necesita de medición de tiempos, pero sí requiere que para los tiempos de producción disponible se descuenten los tiempos no productivos (pausas y meriendas). Las *unidades por ciclo* a procesar son las que se pretenden procesar según el plan de producción.

El proceso se resumiría de la siguiente manera:

**Tabla 3**  
Fórmulas para determinación del tiempo de ritmo

|   |   |
|---|---|
| <b>Tiempo para meriendas</b>  | $T_{merienda}$                                |
| <b>Tiempo reglamentario de pausas</b><br><i>Tiempo reglamentario duración continua</i> (Minsalud, 2015) | $T_{pausas} = 10 \text{ minutos cada } 2h.$   |
| <b>Tiempo de ciclo</b>  | $TC = T_{jornada} - T_{merienda} - T_{pausa}$ |

\* Las fórmulas acá expresadas son adaptación del texto de definición del término Tiempo takt.

Fuente: Elaboración propia

La fórmula del tiempo takt está determinada por la relación entre el tiempo previsto para el desarrollo del ciclo y las unidades demandadas durante el ciclo, según (Niño & Bejarano, 2018) se expresa de la siguiente forma:

$$\text{Tiempo takt} = \frac{\text{Tiempo de ciclo}}{\text{unidades por ciclo}} \quad (7)$$

#### **4.5.12 Determinación de la cantidad de operarios**

El número de operarios para poner en marcha un turno adicional del proceso de desposte viene determinado en función del tiempo total del proceso (TT), Ecuación (5) y el tiempo que se dispone para ello, Ecuación (7) y se calcula según (Conner, 2019) de la siguiente forma:

$$CO_1 = \frac{TT}{\text{Tiempo de takt}} \quad (8)$$

Se acepta la hipótesis de trabajo.

#### **4.6 Verificar**

Después de realizado el proceso anterior pasamos a considerar los posibles escenarios resultantes, los cuales pueden ser:

##### **Escenario 1**

Si los tiempos de ciclo son inferiores al tiempo de ritmo, entonces el proceso está en capacidad de cumplir con la demanda.

##### **Escenario 2**

Si los tiempos de ciclo evidencian diferencias temporales con mucho contraste, estamos ante cuello de botella, entonces, para equilibrar el proceso debe hacerse balanceo de líneas.

##### **Escenario 3**

Si el tiempo de ritmo está por debajo de los tiempos de ciclo, entonces, claramente debe contratarse personal adicional al que se tiene para poder cumplir con la demanda.

#### **4.7 Actuar.**

##### **Escenario 1 → Acción de mejora**

Si los tiempos de ciclo son inferiores al tiempo de ritmo, entonces el proceso está en capacidad de cumplir con la demanda.

#### **4.7.1 Mejora continua.**

Siempre los procesos son susceptibles de mejora, entonces se sugiere estar monitoreando, controlando y buscando cómo mejorar las condiciones, las actividades y los recursos que intervienen en el área de desposte, también es importante involucrar al operario, preguntar qué puede estar mejor en su puesto de trabajo puede ser el inicio del estudio de una problemática, entonces apoyarse en un diagrama de Ishikawa para conocer las posibles causas del problema, diseñar un cronograma con acciones a implementar para resolver el problema, poner en marcha el plan de acción, verificar si los resultados sí son los esperados e implementar acciones correctivas. Socializar los resultados y volver a buscar formas de seguir mejorando en fechas concretas.

##### **Escenario 2→Acción correctiva**

Si los tiempos de ciclo evidencian diferencias temporales con mucho contraste, estamos ante cuello de botella, entonces, para equilibrar el proceso debe hacerse balanceo de líneas.

#### **4.7.2 Balanceo de línea**

El balanceo de líneas busca distribuir la carga laboral entre los recursos de los que dispone el proceso, de modo que se logre un equilibrio entre las capacidades productivas y las necesidades de producción (Suñe et al., 2004).

Los pasos a seguir para el balanceo de línea de producción son los siguientes:

1. Identificar las actividades que componen el proceso
2. Determinar el tiempo necesario para el desarrollo de la actividad productiva
3. Los recursos necesarios
4. El orden en que se ejecuta la actividad.

#### **4.7.3 Propuesta de diagrama de Pert**

**Tabla 4**  
*Diagrama de Pert*

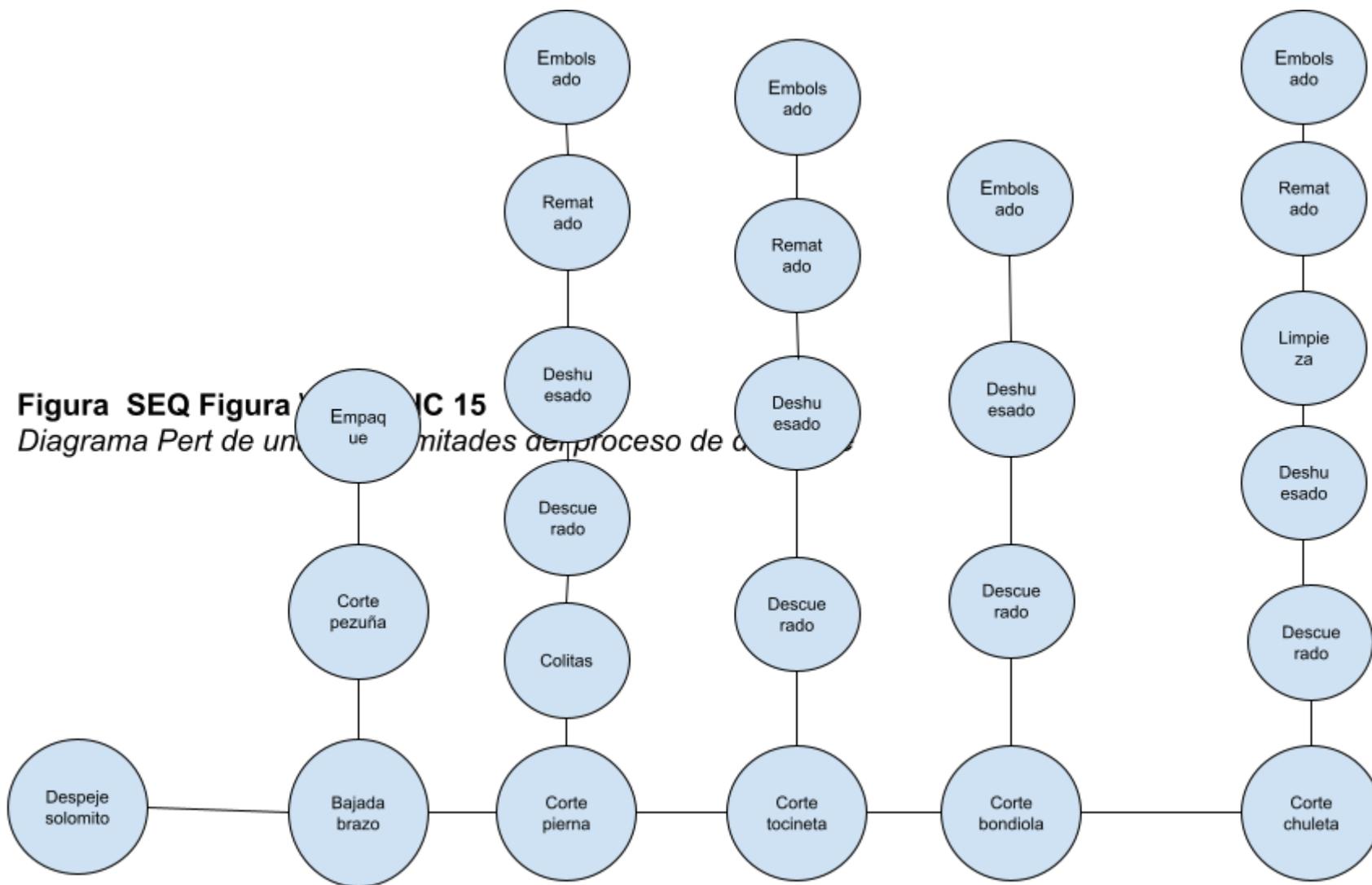
---

| Predecesora | Actividad | Tiempo en s. |
|-------------|-----------|--------------|
|-------------|-----------|--------------|

---

|                                   |                                   |   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---|
| -                                 | Despeje de solomito               | - |
| Despeje de solomito               | Bajada de brazo                   | - |
| Bajada de brazo                   | Corte de pierna                   | - |
| corte de pierna                   | Corte de tocineta                 | - |
| Corte de tocineta                 | Corte de chuleta                  | - |
| Corte de tocineta                 | Corte de bondiola                 | - |
| Bajada de brazo y corte de pierna | corte de pezuña                   | - |
| Corte de pezuña                   | Acondicionamiento de pezuña       | - |
| Corte de pezuña                   | Descuerados de brazo y pierna     | - |
| Descuerados de brazo y pierna     | Deshuesado de brazo y pierna      | - |
| Deshuesado de brazo y pierna      | Rematado de cortes de pierna      | - |
| Limpieza de cortes de pierna      | Empaque de cortes de pierna       | - |
| Corte de tocineta                 | Deshuesado de tocineta            | - |
| Deshuesado de tocineta            | Rematado de cortes de tocineta    | - |
| Rematado de cortes de tocineta    | Empaque de tocineta               | - |
| Descuerado de brazo               | Empaque de brazo                  | - |
| Cortes de bondiola y chuleta      | Descuerados de bondiola y chuleta | - |
| Descuerado de chuleta y bondiola  | Deshuesado de chuleta y bondiola  | - |
| Deshuesado de chuleta y bondiola  | Empaque de bondiola               | - |
| Deshuesado de chuleta             | Limpieza de chuleta               | - |
| Rematado de chuleta               | Empaque de chuleta                | - |

*Fuente: Elaboración propia*



Fuente: Elaboración propia

Adaptando la ecuación (7), tenemos:

$$Tiempo\ de\ ciclo_{balance} = \frac{tiempo\ de\ ciclo}{unidades\ por\ ciclo}$$

Este  $Tiempo\ de\ ciclo_{balance}$  Es el tiempo que cada estación de trabajo debe tardar en realizar la actividad. Continuamos con el cálculo del número de estaciones de trabajo necesarias para el trabajo con las siguiente fórmulas tomadas de (Miño Cascante et al., 2019):

$$NE = \frac{TT}{Tiempo\ de\ ciclo_{balance}} \quad (9)$$

Finalmente calculamos la eficiencia del proceso de la siguiente forma:

$$E(\%) = \frac{TS}{Tiempo\ de\ ciclo_{balance} * NE} * 100 \quad (10)$$

Analizando los resultados, puede presentarse una de tres porcentajes representativos que interpretaremos de la siguiente manera:

Si el resultado de la  $Eficiencia > 1$  entonces el proceso es muy eficiente

Si el resultado de la  $Eficiencia = 1$  entonces el proceso es eficiente

Si el resultado de la  $Eficiencia < 1$  entonces el proceso es ineficiente.

Se analizan los resultados, se socializan, se formulan estrategias y un plan a seguir con funciones asignadas a responsables y fechas para próxima verificación.

### Escenario 3 → Ajuste.

Si el tiempo de ritmo está por debajo de los tiempos de ciclo, entonces, claramente debe contratarse personal adicional al que se tiene para poder cumplir con la demanda.

El proceso a seguir es cumplir con los ítems de la **Tabla 2**. Una vez se tiene el tiempo  $Tp_{neto}$  se hace la conversión a minutos y posteriormente a hora, para mayor facilidad en los lenguajes usados en la industria.

El paso siguiente es calcular la cantidad de unidades procesadas en una hora (productividad); para esto se puede hacer uso del historial del proceso y bases de datos. La siguiente fórmula es la adaptación de la fórmula de índice de productividad de (Retos en Supply Chain, 2023).

$$R/H = C_h * Tp_{neto/h} \quad (11)$$

Donde  $C_h$  = a la cantidad canales que se procesan en una hora

$Tp_{neto/h}$  = Tiempo de producción neto en horas

Para terminar, deduciendo de la Ecuación (11) el cálculo del número de operarios necesarios para mejorar rendimientos es:

$$CO_2 = \frac{R/H}{h}$$

Donde h = cantidad de horas que demora el turno de trabajo.

## 5 Análisis

El estudio de la producción de carne de cerdo en Colombia puso de relieve a aquellas entidades departamentales en las que no se cuenta siquiera con una zona comunitaria adecuada para el desposte del cerdo que la demanda local ofrece; por ejemplo, en departamentos como Córdoba que por poco duplica la producción de porcinos de Atlántico, y que, sin embargo, no tiene planta de desposte de cerdo certificada, lo cual a su vez podría ser una oportunidad para quien desee incursionar en este sector.

Llama la atención que, aunque la normativa es bastante extensa en cuanto a las condiciones de calidad en los procesos en frigoríficos, tocan muy poco lo que tiene que ver con los tiempos para pausas y estiramientos, pues la labor requiere estar de pie toda la jornada con actividades muy repetitivas. Para lo considerado en los tiempos takt se eligió un periodo de pausas y estiramiento de 5 min cada dos horas.

Lo ideal en producción continua es la rotación de los puestos de trabajo; sin embargo, eso dificulta la medición del tiempo estándar, pues cada operario tiene más habilidades para cumplir una función que para otra. Sin embargo, esto podría ser una opción para evitar las cuelgas en producción, ya que no se tiene dependencia de cierto operario.

## 6 Conclusiones

Resulta interesante entender la evolución que han tenido los hábitos de consumo de los colombianos con respecto al grado de inclusión de la carne de cerdo con mayor frecuencia en la dieta, propiciado en gran parte por la publicidad a favor y el respaldo de entidades como Porkcolombia, que ha hecho que el consumidor aumente la confianza en el producto. La normativa al respecto de la industria se actualiza con frecuencia, lo que hace del sector un ente competitivo a nivel internacional, la ciencia ha venido también a dar su aporte a lo largo de toda la cadena de producción, lo que a su vez mejora los procesos de cría y de calidad del producto. En lo que al productor de cerdos se refiere, sigue siendo un reto la alimentación, dado que se requiere de cantidades considerables de concentrado y se debe garantizar que el coste-beneficio sea razonable para seguir sustentando la producción.

Este modelo está diseñado con el objeto de que pueda ser replicado tanto en un proceso tecnificado como en uno tradicional, teniendo en cuenta que el producto es el mismo, lo que podría variar es la maquinaria, que por ser de diferentes especificaciones llegase a afectar los rendimientos, y en el caso menos tecnificado, podría aumentar también el esfuerzo físico y los desplazamientos. Sin embargo, independientemente de qué tan tecnificada o no esté el área de desposte, lo esencial es que se garantice la inocuidad del producto, ya que es de consumo acto para todo público.

Se logró cumplir con la formulación del modelo de gestión de MOD, adicionalmente, se abordaron otras dimensiones como el rendimiento h/H, la eficiencia, y la productividad, lo cual dice que las fórmulas matemáticas no han perdido vigencia, teniendo en cuenta que los planteamientos iniciales, como por ejemplo el tamaño de la muestra datan de la década de 1970. El cálculo empleado en la propuesta de gestión es sencillo, de modo que casi cualquier interesado estaría en condiciones de desarrollarlo, además, es económico. Se sugiere que los resultados una vez implementado este diseño, deben ser socializados con los operarios, de esta forma ellos se hacen conscientes de su rendimiento, lo que propicia mayor compromiso; así mismo, se les debe tener en cuenta cada vez que se reinicie el ciclo PHVA y asignar metas e incentivos por cumplimientos.

Las propuestas para abordar los posibles escenarios resultantes son una guía para facilitar la toma de decisiones a los directivos. En algunos casos se determinará la necesidad de poner en marcha un turno adicional, en otros casos se considerará solo contratar más personal para los cuales adicionar puestos de trabajo en la misma área, ampliar las instalaciones; entre otras posibles soluciones, pero sin lugar a dudas, siempre le permitirá mejorar la productividad del proceso.

## Referencias

- Aguillon, E. (2020). *Propuesta de un plan de mejora del proceso en el área de empaque agropecuaria aliar s.a la fazenda de puerto gaitán-meta* [Universidad de Pamplona]. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5170>
- Botero, L. F. (2002). Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *REVISTA Universidad EAFIT*, 11.
- Cano Lopera, M. (2020). Estudio De Métodos Y Tiempos En Una Empresa Del Sector Marroquinería Con El Fin De Mejorar Los Procesos Y Aportar Información Para Implementar Un Modelo De Costos. *Biblioteca Digital Universidad de Antioquia*.
- Casas Lugo, R. (2023). El PIB solo creció 0,3% en el segundo trimestre y cinco sectores tuvieron contracción. *La República*, 1. <https://www.larepublica.co/economia/pib-del-segundo-trimestre-de-2023-3680142>
- Conexión Esan. (2015). *Takt Time: ¿En qué consiste y cómo aplicarlo?* Universidad Esan. <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/takt-time-consiste-como-aplicarlo>
- Cortés Santamaría, L. M. (2013). El desarrollo humano, un constructo vasto cruzado por múltiples variables. *Ciencias Sociales y Educación; Vol. 2, Núm. 4 (2013)*, 2, 223–233. <http://repository.udem.edu.co/handle/11407/1622>
- Díez, D. (2022). El sector porcino en Colombia. *Veterinaria Digital*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/el-sector-porcino-en-colombia/>
- FAO. (2000). MEJORANDO LA NUTRICIÓN A TRAVÉS DE HUERTOS Y GRANJAS FAMILIARES. *MANUAL DE CAPACITACIÓN PARA TRABAJADORES DE CAMPO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*, 24, 12. [https://www.fao.org/3/V5290S/v5290s23.htm#P1\\_22](https://www.fao.org/3/V5290S/v5290s23.htm#P1_22)
- FONTAGRO. (2023). *La producción de carnes en América Latina y el Caribe*. <https://www.fontagro.org/es/publicaciones/prensa/la-produccion-de-carnes-en-america-latina-y-el-caribe/>
- Freivalds, A., & Niebel, B. W. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (S. A. D. C. V. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES (ed.); 12th ed.). [https://www.academia.edu/7731445/Ingeniería\\_Industrial\\_12ma\\_Niebel\\_y\\_Freivalds](https://www.academia.edu/7731445/Ingeniería_Industrial_12ma_Niebel_y_Freivalds)
- Kanawaty, G. (2014). *Introducción Al Estudio Del Trabajo - Kanawatypdf* (p. 521).

- <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>
- Novales, A. (2010). Análisis de Regresión. *Universidad Complutense*, 64–65.  
[https://www.ucm.es/data/cont/docs/518-2013-11-13-Analisis de Regresion.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/docs/518-2013-11-13-Analisis%20de%20Regresion.pdf)
- OCDE. (2021). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2021-2030*. OCDE ILibrary.  
<https://www.oecd-ilibrary.org/sites/6c9145fc-es/index.html?itemId=/content/component/>
- Parra, D. B., Murrieta, F., & Cortes, C. A. (2020). *Analysis of times and motions in the steam production process from a company that generates clean energy*. 1, 1–9.  
[https://www.mendeley.com/catalogue/ffb97597-2fef-3e15-8202-997e5e561528/?utm\\_source=desktop&utm\\_medium=1.19.8&utm\\_campaign=open\\_catalog&userDocumentId=%7B265fa630-1d59-4e07-a236-ba9f5679f2ba%7D](https://www.mendeley.com/catalogue/ffb97597-2fef-3e15-8202-997e5e561528/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7B265fa630-1d59-4e07-a236-ba9f5679f2ba%7D)
- Porkcolombia. (2023). *Consumo de carne de cerdo en Colombia llegó a 13 kg por persona en 2022*.  
<https://porkcolombia.co/wp-content/uploads/2023/02/Consumo-de-carne-de-cerdo-en-Colombia-llego-a-13-kg-por-persona-en-2022-010223.pdf>
- Porkcolombia. (2019). *INFORME de los PROYECTOS DE INVERSIÓN DESARROLLADOS DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DE 2019*.  
<https://porkcolombia.co/wp-content/uploads/2020/08/Informe-de-gestión-I-semester-2019-Porkcolombia.pdf>
- Porkcolombia. (2022). La producción de carne de cerdo alcanzó cifras récord y llegó a 560.000 toneladas en 2022. *Porkcolombia*, 1.  
<https://porkcolombia.co/produccion-de-carne-de-cerdo-alcanzo-cifras-record-y-llego-a-560-000-toneladas-en-2022/>
- Portafolio. (2023). Alimentos de la industria en el escenario global. *Portafolio*, 1.  
<https://www.portafolio.co/economia/industria-de-alimentos-la-produccion-de-colombia-figura-en-el-escenario-mundial-587020>
- Zapata, A. (2016). *Ciclo de la calidad PHVA* (Universidad Nacional).  
[https://books.google.com.co/books?id=FgT2DwAAQBAJ&pg=PT29&hl=es&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=FgT2DwAAQBAJ&pg=PT29&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false)

