



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**LEVANTAMIENTO DE CAPACIDADES EN ÁREA  
DE DISTRIBUCIÓN EN INDUSTRIAS DE  
ALIMENTOS ZENÚ EN LA CIUDAD DE  
MEDELLÍN**

Carlos Alfredo Ricardo Vergara

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería  
Industrial  
Medellín, Colombia  
2020



**LEVANTAMIENTO DE CAPACIDADES EN ÁREA DE DISTRIBUCIÓN EN  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS ZENÚ EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN**

Carlos Alfredo Ricardo Vergara

Informe de práctica como requisito para optar al título de:  
Ingeniero Industrial

Carmen Elena Patiño Rodríguez  
Ingeniera Industrial, M.Sc. Ingeniería Mecánica, Ph.D. Ingeniería

Laura Cristina Atehortúa Carmona  
Ingeniera Industrial

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial  
Medellín, Colombia  
2020.

## Tabla de contenido

1	RESUMEN.....	4
2	INTRODUCCIÓN .....	6
3	OBJETIVOS.....	8
3.1	General.....	8
3.2	Específicos.....	8
4	MARCO TEÓRICO .....	9
4.1	Tiempos y procesos en centro de distribución.....	9
4.2	Identificación de operaciones restrictivas en los procesos de distribución .....	10
4.3	Estandarización de protocolos asociados a la logística del centro de distribución ...	11
5	DIAGNÓSTICO.....	12
5.1	Maquilas .....	12
6	MEDICIÓN DE CAPACIDAD DEL PROCESO .....	16
6.1	Metodología para cálculo de capacidad.....	16
6.1.1	Selección de actividades a medir .....	17
6.1.2	Selección de tamaño de muestra .....	19
6.1.3	Medición de tiempos .....	22
6.1.4	Cálculo del tiempo medio. ....	24
6.1.5	Selección de actividad restrictiva.....	26
6.1.6	Cálculo de la capacidad de proceso.....	28
7	CONCLUSIONES .....	32

## 1 RESUMEN

En Industrias de Alimentos Zenú debido a las recientes reestructuraciones, el área de capacidades dedicada a llevar el control de capacidades y rendimientos en la empresa inicialmente en producción se configuró para también abarcar el área de abastecimiento y distribución con el objetivo de contener un poco más la cadena de suministro. Ahora bien, al analizar el área de distribución se identificó que no cuenta con un sistema de capacidades que permita llevar un control más efectivo sobre las unidades/hora que se producen en el área de maquilas.

Como consecuencia de ello y teniendo en cuenta que estos procesos en maquilas son realmente importantes al momento de hablar de capacidad debido a que son claves en cuanto a personal y tiempo, además el cumplimiento de la entrega de los pedidos depende en gran parte de la cantidad y el tiempo en el que se realicen éstos, se procede a realizar un análisis para el cálculo de capacidad.

Para este análisis se realizó un diagnóstico en el cual se mostró la situación en la que se encontraba el área de maquilas en cuanto a la forma en la que se realizaba el proceso, de que manera estaba distribuida la zona, los auxiliares logísticos que se involucraban en el proceso productivo, las referencias que se producían y de qué manera se producían para identificar actividades claves y demás.

Seguido del diagnóstico se realizó una metodología que buscara el cálculo de la capacidad del proceso en el área para todas las referencias que pudieran ser medidas; la metodología comprendió 6 pasos importantes.

1. Selección de actividades a medir
2. Definición de tamaño de muestra
3. Medición de ciclos de tiempos
4. Cálculo de tiempo medio
5. Selección de actividad restrictiva
6. Cálculo de la capacidad

Es importante resaltar que se seleccionó el mejor método para definir el tamaño de muestra mediante una matriz de priorización, el cuál fue la tabla General Electric con algunas modificaciones hechas por parte del equipo de capacidades de toda la compañía y se procedió a medir los ciclos necesarios y cálculos de tiempos en el área para finalmente definir qué actividades eran restrictivas en el proceso y calcular la capacidad por referencia en maquilas.

Los resultados mas importantes fueron lograr algunos estándares de tiempos y capacidades con los cuales se puede controlar la producción diaria e igualmente se puede hacer una programación de ella teniendo en cuenta la cantidad a producir, los auxiliares logísticos y el tiempo.

Las actividades restrictivas en la mayoría de los productos fueron el sellado de los envases secundarios, por lo que se definió como una actividad que debe ser analizada y controlada constantemente para realizar ajustes y mejoras en el proceso.

Se realizó una documentación de la manera en la que se debe realizar el cálculo de capacidades en el área para cuando sea necesario medir referencias que no se hicieron durante la ejecución del proyecto.



## 2 INTRODUCCIÓN

Hoy en día en las industrias, se ha observado un cambio radical en la manera de ver el funcionamiento de las empresas y su vínculo con los diferentes actores que complementan su operación; pasando de ser vistas como un elemento productivo a verlas como un sistema que articula diferentes etapas de toda la cadena de suministro para poder realizar una administración efectiva de los procesos desde un punto de vista holístico.

Específicamente, Industrias de alimentos Zenú como sistema productivo, ha venido realizando mejoras con el objetivo de aumentar la productividad y el control de todos sus procesos. En este contexto y en medio de los análisis practicados, se ha identificado que el área de distribución no cuenta con un sistema de medición de capacidades que permita analizar los procesos en cuanto a ocupaciones y capacidades de cada etapa en esta área, debido a que la configuración anterior de la compañía delimitaba a los encargados de capacidades a enfocarse al área de producción; de esta manera y teniendo en cuenta que a lo largo de la cadena de suministros los procesos logísticos son esenciales, se identifica una necesidad por parte de la empresa para realizar un sistema de medición del centro de distribución.

Actualmente, en el área de distribución en pro del cumplimiento a los clientes, se realizan diversos procesos, entre ellos, algunos que son realmente importantes al momento de hablar de capacidad debido a que son claves en cuanto a personal y tiempo, además el cumplimiento de la entrega de los pedidos, depende en gran parte de la cantidad y el tiempo en el que se realicen éstos, por lo cual se procede a realizar una análisis para el cálculo de capacidad en alguno de ellos, específicamente en maquilas.

En este contexto, para realizar un estudio, un control constante de estos procesos e indagar lo que está sucediendo con ellos, se tiene en cuenta que las herramientas fundamentales que generan una mejora en la productividad, incluyen métodos, estudio de tiempos estándar y el diseño del trabajo (Díaz, 2009) y de esta manera la medición de tiempos como herramienta para el cálculo de la capacidad es una de las mejores soluciones puesto que la información arrojada mediante esta son los estándares de tiempo y estos ayudan a los encargados a tomar sus decisiones importantes con inteligencia. (Meyers, 2000)

De este modo, específicamente, es importante debido a que los procesos a medir en el centro de distribución tienen en su mayoría actividades manuales, como consecuencia, la variación de éstos puede verse afectada considerablemente en cada pedido por lo que la manera de obtener una efectiva administración de ellos es midiéndolos y llevando una trazabilidad sobre su eficiencia u OEE (indicador con el que se mide la eficiencia de los procesos dentro de la compañía); esto se logra estandarizando la manera de medición para calcular la capacidad y

realizando periódicamente una verificación entre la capacidad del proceso y la capacidad operativa.

Ahora bien, los estándares de tiempo permiten planificar adecuadamente la producción, para que esta responda adecuada y oportunamente a los requerimientos de demanda (Cetina & Puentes, 2017) , en este contexto, en las maquilas, a pesar de ser un proceso de outsourcing, se conoce la capacidad de respuesta, con el fin de adecuar la programación a dicha capacidad y establecer se puede tener las promociones o maquilas requeridas en el tiempo que se necesita con un número de personal específico.

Por otro lado, es importante tener presente que la única forma en que un negocio o empresa puede crecer e incrementar sus ganancias es mediante el aumento de su productividad y esto se refiere al aumento de la cantidad de producción por hora de trabajo (Niebel & Freivalds, 2009), debido a esto, conocer el número de unidades/h que es capaz de manejar el CEDI en diferentes procesos (información que en la actualidad no está disponible por falta de medición) es supremamente necesario ya que sin ello no se puede controlar la productividad anteriormente mencionada ni crear el plan de ventas de operaciones, informe que se realiza cada mes y que al evaluarlo con la capacidad máxima que posee la planta, se identifica si la demanda puede ser satisfecha o no.

Debido a lo anterior, se busca medir de capacidades del centro de distribución de industria de alimentos ZENÚ en la ciudad de Medellín específicamente en el proceso de maquilas con lo cual se analizará los tiempos en los diferentes procesos realizados en esa área de distribución, se identificarán operaciones restrictivas en ellos para generar un análisis de capacidad y finalmente realizar una estandarización de metodologías asociadas a la logística del centro de distribución; objetivos que llevan a una mejor administración de la cadena de suministro.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 *General*

- Medir de capacidades del centro de distribución de industria de alimentos Zenú en la ciudad de Medellín.

#### 3.2 *Específicos*

- Analizar los tiempos en los diferentes procesos en el centro de distribución.
- Identificar operaciones restrictivas en los procesos de distribución
- Estandarizar protocolos asociados a la logística del centro de distribución





## 4 MARCO TEÓRICO

### 4.1 *Tiempos y procesos en centro de distribución*

Un Centro de distribución es una infraestructura logística en la cual se almacena producto y se realizan despachos de órdenes de salida para su distribución al comercial y minorista.(Chávez, Blanca ; Najarro, Jenniffer; Rivas, 2009) ; como parte de esta infraestructura logística, en la industrias de alimentos Zenú, se encuentran pilares importantes para satisfacer entrega de pedidos según la demanda como lo son las maquilas.

Estos procesos de maquilas son de gran importancia al momento de prestar un servicio basado en la elaboración de productos especiales como lo son promociones, productos importados por la empresa, y algunas otras referencias con presentaciones diferentes a los productos de línea que maneja la empresa entregados por planta al centro de distribución, ya que permiten una conexión entre la planta y centro de distribución enfocada hacia la satisfacción del cliente de manera efectiva; lo cual se logra a través de diferentes técnicas que involucran establecer estándares de tiempo, entre otros.

Ahora bien, un estudio de tiempos consiste en cronometrar una muestra de la actividad de un empleado y utilizarla para fijar un estándar. Lo anterior se realiza con una persona que tenga la capacidad de operar en un ritmo normal con el objetivo de conseguir un estándar de tiempo en la actividad seleccionada. (Barry & Jay, 2007). Este estudio tiene como objetivo minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos, proporcionar un producto que sea cada vez más confiable y de alta calidad mediante estándares y acelerar los movimientos eficientes (Tejada & Gisbert, 2017), en este caso específicamente se mirará desde el punto de vista de estandarización. Para ello se deben seguir los siguientes pasos:

- Definir la tarea o proceso a estudiar
- Dividir la tarea o proceso en elementos precisos (partes de la tarea que a menudo no duran más que unos pocos segundos).
- Decidir cuántas veces se va a medir la tarea o cada elemento (el número de muestras o ciclos de trabajo que son necesarias para obtener una medición confiable).
- Cronometrar y anotar los tiempos de los elementos medidos
- Calcular el tiempo observado medio. El tiempo observado medio es la media aritmética de los tiempos anotados para cada elemento cronometrado.
- Determinar el índice de eficacia y calcular el tiempo normal para cada elemento.

$$\textit{Tiempo normal} = \frac{\textit{Tiempo observado medio}}{\textit{Factor de actividad}}$$

#### *Ecuación 1. Cálculo tiempo normal*

El índice de actividad ajusta el tiempo observado a lo que un empleado normal podría esperar realizar. Sin embargo, en esta ocasión no se calculará la eficacia ni eficiencia del proceso de esta manera, sino que, al momento de tener las capacidades de cada referencia establecidas, se procede a compararlas con el ritmo al que trabajan día a día en la maquila y mediante un

indicador de eficiencia que nos muestra la razón entre la capacidad operativa y la capacidad del proceso, se calculará el índice de eficiencia requerido.

- Sumar los tiempos normales de cada elemento, para obtener el tiempo normal total de la tarea.

*Cabe resaltar que en la medición que se realizará, no se tendrá en cuenta el tiempo normal por las razones anteriormente expuestas, por lo que se procederá a sumar los tiempos medios de cada actividad en el proceso cuando sean necesarios para definir la capacidad, de lo contrario se procederá a identificar la actividad restrictiva la cual es la que demore más tiempo o sea una operación no manual que genere retrasos y será la guía para determinar la capacidad del proceso.*

Finalmente, al realizar una relación entre los dos conceptos anteriores se puede decir que para fortalecer el proceso de maquilas, es importante tener en cuenta que al aplicar la metodología anterior se puede lograr una estandarización de los tiempos en cada una de las operaciones que se realicen y por ende un estándar de unidades/hora que se produzcan por lo que se podrá tener un control sobre el proceso y las variables que afecten su variación constante en caso de que se presenten; de igual manera, el estudio de tiempos permite un mayor análisis de capacidad en el proceso, generando una visión precisa sobre la actividad restrictiva y permitiendo que se tenga vigilada más de cerca con el objetivo de analizar cualquier cambio significativo y alguna posibilidad de explotarla a su punto máximo.

#### ***4.2 Identificación de operaciones restrictivas en los procesos de distribución***

En un proceso existen elementos que gobiernan el desempeño del aspecto físico del sistema, éstos son llamados cuellos de botella, los cuales son un recurso que no puede satisfacer a la demanda. Es decir, un recurso cuya capacidad, en un periodo de tiempo, es igual o menor que la demanda que hay de él. (Álvarez, 2018) Es decir, que en un proceso, generalmente existen actividades u operaciones que requieran de un mayor tiempo que otras y de esa manera generan un retraso en la finalización del proceso por lo que se convierte en un recurso de capacidad restringida, el cuál es un recurso que se ha convertido en cuello de botella como resultado de la utilización ineficiente. el elemento que limita al sistema con relación a su meta. (Sipper, 1998).

De esta manera, se considera importante mencionar que las restricciones en los procesos son un punto importante para identificar y establecer, debido a que nos generan análisis con el fin de realizar mejora en el sistema ya que estas restricciones finalmente están limitando la producción y generando tiempos ociosos en los recursos anteriores que trabajan más rápido lo cual impacta directamente la ocupación de los equipos de manera negativa.

### 4.3 Estandarización de protocolos asociados a la logística del centro de distribución

Inicialmente, se considera importante definir el término capacidad debido a que a partir de este término se procede a realizar una estandarización en el sistema; la capacidad se puede definir como la “producción o número de unidades que pueden caber, recibirse, almacenarse, o producirse en una instalación en determinado periodo de tiempo” (Barry & Jay, 2007) Esta capacidad, de manera matemática está dada por la fórmula mostrada a continuación:

$$\text{Capacidad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo de producción}}$$

*Ecuación 2. Cálculo de capacidad*

Sin embargo, es un concepto muy general, debido a que existen diferentes tipos de capacidades.

En este caso se enfocará a definir dos tipos de capacidades que se vinculan mediante el concepto de eficiencia global de la compañía y permite observar el comportamiento del proceso y a partir de ello realizar análisis para implementar mejoras; para ellos definimos la **capacidad de proceso**, como el potencial de producción o volumen máximo de producción que una empresa en particular, unidad, departamento o sección, puede lograr durante un período de tiempo determinado, teniendo en cuenta todos los recursos que tienen disponibles, sea los equipos de producción, instalaciones, recursos humanos, tecnología, experiencia/conocimientos, etc. Y finalmente la **capacidad Operativa**, la cual se define como la capacidad de proceso ajustada con la eficiencia global del equipo (OEE) en la etapa de proceso o de la referencia que se esté trabajando, es decir, es la producción que se realiza teniendo en cuenta la ineficiencia de la operación. A partir de esto, en la compañía luego de haber realizado mediciones y definido elementos restrictivos, se puede realizar un comparativo entre capacidad del proceso y capacidad operativa, como resultado, la información con la cual se puede realizar diversos análisis respecto a la velocidad real del proceso, operarios necesarios o fallas en la producción.

Cualquiera de las técnicas de medición del trabajo, incluyendo el estudio de tiempos con cronómetro (electrónico o mecánico), representa una mejor forma de establecer estándares de producción justos (Niebel & Freivalds, 2009). Debido a lo anterior y para finalizar, es importante realizar el estudio para lograr un estándar a través de la metodología en los protocolos asociados con la logística del centro de distribución, específicamente en las capacidades de los procesos debido que a partir de éstas, para cada referencia que se tenga en maquilas, se puede establecer un número de unidades por hora para cada referencia que se produzca desde de los tiempo de los procesos y mediante ello poder realizar los análisis anteriormente mencionados y ejecutar controles constantes que permitan el mejoramiento de la manera en la que funcionan las maquilas desde el punto de vista de capacidades o relacionado con cualquier elemento de trabajo que influya y esté afectando significativamente el efectivo funcionamiento de cada proceso productivo para cada referencia dentro del área mencionada.

## 5 DIAGNÓSTICO

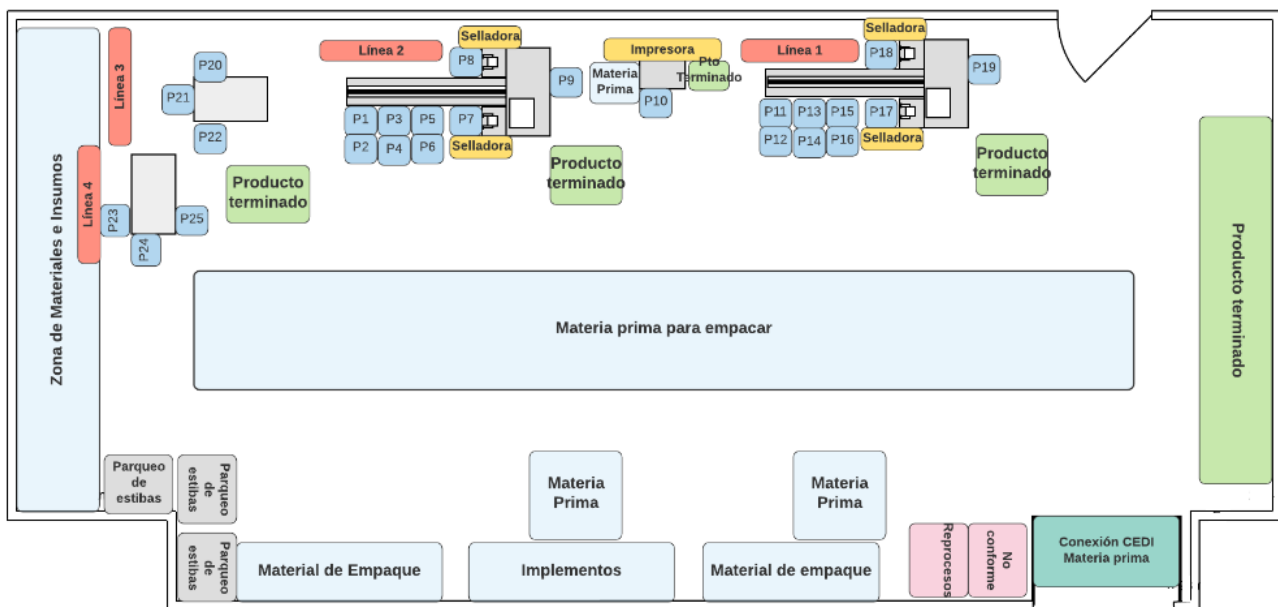
La compañía en estudio ha tenido diversos cambios estructurales que han puesto sobre la mesa una vista más sistémica a los procesos y al control que se tiene sobre estos, por ende se encuentra que en el área de distribución no se cuenta con el sistema de capacidades que permita llevar un estándar según un estudio de tiempos y capacidades de unidades/hora que sean capaces de producir; es por esta razón que se visualizó un foco en los diversos procesos de distribución para lograr una estandarización y control de este tipo de protocolo asociado a la capacidad en el centro de distribución por lo que se procede a realizar un análisis de su funcionamiento.

Inicialmente se realizan visitas al área a estudiar para conocer sobre el funcionamiento de ésta y sus características; a partir de ello se rescata información útil para realizar las mediciones respectivas y análisis derivados. Como consecuencia de las visitas, se procede a realizar un diagnóstico con algunos elementos esenciales para su funcionamiento como se puede evidenciar a continuación:

### 5.1 Maquilas

Dentro de los procesos de maquilas en el centro de distribución se pueden observar varias líneas de producción debido a que existen diferentes productos en esta área y todos se hacen de una forma diferente, de esta manera, el uso de una línea depende del tipo de referencia que se vaya a producir; las líneas, los puestos de trabajos, y las diferentes zonas se pueden evidenciar en la *Ilustración 1. Layout zona de maquilas*.

*Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 1. Layout zona de maquilas.*

*Fuente: Elaboración propia*

En la maquila de productos refrigerados, específicamente, se pueden observar las líneas de producción 1 y 2 donde se elaboran casi la totalidad de productos; éstas líneas constan de una impresora compartida, la cual realiza las impresiones de fechas de vencimiento y lotes a los envases antes de que se comience la operación de empaque en la línea; una banda transportadora en la que se van poniendo los productos empacados hasta llegar a dos selladoras que cierran por completo el producto con ayuda del calor y de un operario. Finalmente, una mesa en la cual se recibe el producto para empacar en canasta; sin embargo, en las líneas 3 y 4 se produce una referencia solamente, la cual consta de una mesa, implementos como cinta pegante y 3 operarios logísticos cada una, con una zona de producto terminado. Cabe resaltar que, en estas dos líneas, las mesas vienen especialmente equipadas con un sistema especial para realizar la operación de ensamble de la referencia que se produce, por lo cual la manera de producir en esta línea se considera un método altamente efectivo.

El total de auxiliares logísticos con los que se cuenta para realizar la operación diaria son 18, sin embargo, en la *Ilustración 1. Layout zona de maquilas*, se observan puestos de trabajos, denominados como P1, P2, P2, ..., P25 respectivamente, los cuales pueden ser ocupado por cualquier operario dependiendo la referencia a producir y la habilidad que tenga para realizar la tarea específica.

De este modo, los operarios diariamente se reparten en las dos líneas principales o en una de las líneas principales y en las dos líneas secundarias, dependiendo la necesidad de la demanda, por lo que se tiene el personal entrenado para realizar cualquiera configuración en las líneas de modo que trabajen a un ritmo normal y teniendo en cuenta la línea de aprendizaje que tienen algunos al momento de ser ingresados como nuevos auxiliares a la zona de maquilas.

Es importante mencionar que en los procesos que existen actualmente en el área de maquilas, los métodos con los que se producen han sido mejorados con el objetivo de cumplir aspectos de eficiencia y medioambientales. De esta manera en cuando a la metodología de trabajo se presenta un ágil funcionamiento de esta, ya que finalmente las unidades que se realizan al día son tenidas en cuenta como indicador de desempeño para los operarios y la retribución que estos tienen, dependen de esa medida de efectividad que tengan frente a las unidades/hora producidas.

Los espacios en la zona son lo suficiente ajustados para el trabajo a realizar y las líneas están ubicadas de tal manera de que ayuden al flujo del personal y del producto terminado, por lo que los desplazamientos no se consideran innecesarios; adicionalmente en cada línea están ubicados todos los puestos de trabajo de manera que el producto fluya continuamente y no haya pérdida de tiempo debido a algún factor que sea generado por largas distancias.

Actualmente en esta zona del área de distribución, se producen 20 referencias de productos refrigerados mostrados en la **Tabla 1. Referencias producidas.**

**Tabla 1. Referencias producidas**  
Fuente: Elaboración Propia

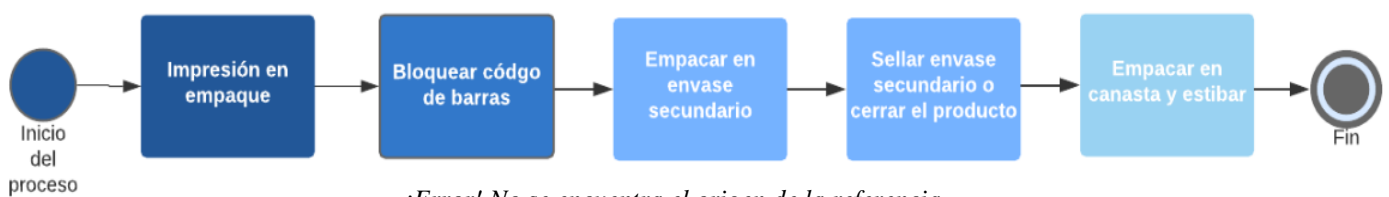
<b>MAQUILA REFRIGERADOS</b>		
<b>#</b>	<b>Descripción</b>	<b>UHH</b>
1	Oft.2Mtdla.250gSchon.225g.grt.Salch.225g	97
2	SCHON. CERVEC. Snack. ZENU x 300g	140
3	Cbno. RANCHERA x 200g Pleg. x 8 Und	101
4	SALAMI MONTICELLO x80g	150
5	Jmn serrano MONTICELLO x 80g	150
6	Oft.Mtdla.450g Schon.225ggrt.Salch.225g	123
7	Practi Sanduche ZENU x 440 g	136
8	2 Jmn. PIETRAN x 325g Pr.Esp	140
9	2 Jmn. PIETRAN estd. 450 g SIN C	111
10	Salch. Mtdela. Schon. CUNIT ahum. 750 g	123
11	Schon. Salch. Mtdela. ZENU pll. x 750 g	123
12	MIX madurados MONTICELLO x 115g	150
13	Salch. Tipo Alemana ZENU x 360 g	71
14	Jmn. PIETRAN Pavo. Snack 35g SIN C x 5 un	153
15	Jmn 450g + salchi pavo 350g pietran	136
16	Salch.RANCHERA480g Jmn.PIETRAN450g Futb.	133
17	Salch.Perro 480g gts Muestra Albon 108g	126
18	Salch.RANCHERA230g Jmn.PIETRAN230g SIN C	117
19	Jmn. PIETRAN Snack Surt. 210g SIN C	153
20	2 Nuggets ZENU pll. Apanado x 340 g	156

Actualmente, se tiene conocimiento sobre la cantidad de unidades por hora que produce una persona debido a la experiencia, datos evidenciados en la columna UHH de la Tabla 1. Referencias producidas, sin embargo, esta información es relativa y no tiene un soporte respecto a un estudio de tiempos realizado sobre las operaciones, lo cual significa que la cantidad puede estar distorsionada por las ineficiencias de los operarios y finalmente puede arrojar información con una confiabilidad no tan alta; para aumentar ésta, la capacidad del proceso debe tener en cuenta los tiempos de actividades en cada referencia y así arrojaría, respecto a un restrictivo la verdadera capacidad y finalmente usar los datos de base para analizar y realizar mejoras.

Ahora bien, existen referencias que teóricamente tienen la misma cantidad de unidades por hora producidas por una persona como se evidencia en la tabla, esto es debido a que son productos que se realizan de forma similar a lo largo de toda la línea de producción, pero

sufre ligeros cambios que no afectan los tiempos de producción como lo es la marca, por lo tanto, es un elemento muy a tener en cuenta dentro del análisis y al momento de tomar los tiempos.

Es de vital importancia recalcar que cada referencia mostrada anteriormente tiene sus particularidades ya que se produce de forma diferente por lo cual en el proceso de producción para realizar la delimitación de cada etapa del proceso se procede de forma diferente para cada una. Sin embargo, las operaciones generales son parecidas y se podrían agrupar en las siguientes categorías mostradas en el siguiente flujograma mostrado en el *Ilustración 2. Flujograma proceso de maquilas*



¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

**Ilustración 2. Flujograma proceso de maquilas**

*Fuente: Elaboración propia*

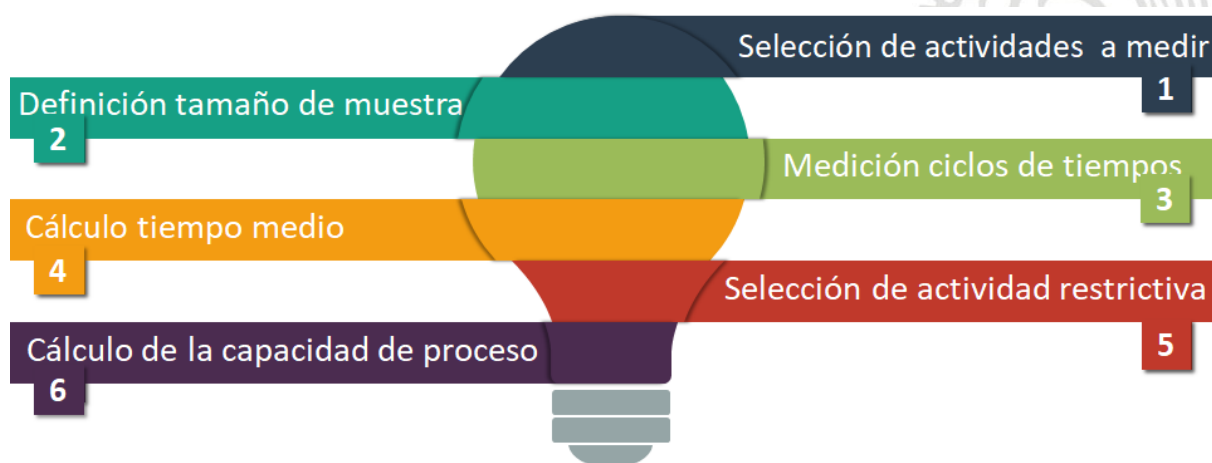
De esta manera se tienen actividades para analizar y medir en cada producto, sin embargo, existen ligeros cambios dependiendo de alguna referencia a otra los cuales se especificarán al momento de diligenciarlas el archivo de cada referencia en el cual se vaya a calcular la capacidad con las actividades necesarias para que ésta sea producida y finalmente se procederá iniciar la toma tiempos en el área.

Ahora bien, cabe resaltar que existen referencias que no se producen en todo momento, es decir que no son de línea, sino que se elaboran en alguna temporada especial en la cual cumplan objetivo de temporada o promocional; estas referencias son desde la 14 hasta la 20 de la **Tabla 1. Referencias producidas**, por lo cual por la dificultad de ser medidas en el momento no entrarán en el análisis, sin embargo, con la metodología que se planteará se pueden analizar y obtener la capacidad en el momento que se produzcan.

## 6 MEDICIÓN DE CAPACIDAD DEL PROCESO

Para los procesos productivos en la zona de distribución, específicamente en el área de maquilas se propone una metodología para realizar el cálculo de la capacidad, la cual sirva de igual manera para ser homologada en alguna otra línea de producción cuando sea necesario. La metodología en cuestión comprende desde la definición de actividades hasta el cálculo numérico de la capacidad y se muestra a continuación:

### 6.1 Metodología para cálculo de capacidad.



*Ilustración 3. Metodología cálculo de la capacidad*

*Fuente: Elaboración propia*

Con base en lo anterior se procede a describir cada uno de los pasos definidos en la metodología y la manera en la que se abordaron en la compañía, específicamente en el área de maquilas del centro de distribución.

Cabe resaltar que la metodología propuesta, puede ser utilizada en un futuro proceso de medición de capacidad en cualquier área, y con cualquier producto debido a que cuenta con los elementos necesarios para conocer el número de unidades en cierta cantidad de tiempo que se pueden producir, sin embargo, como todos los procesos tienen variación en la manera de operar y es un elemento para tener en cuenta en cada etapa propuesta.

Se procede a desglosar cada etapa de la metodología y su aplicación en el centro de distribución de la compañía como se muestra a continuación:



### 6.1.1 Selección de actividades a medir

Después de analizar los procesos del área de maquilas, con todas las referencias que se producen, se continúa a definir cada una de las etapas que serán sometidas a medición y evaluadas para el cálculo de capacidad.

Como se mencionó anteriormente, los procesos para producir las referencias cuentan con actividades en común entre las referencias, por lo que, de la totalidad de los productos; las actividades requeridas para producirlas se pueden clasificar como se mostró en la *Error! No se encuentra el origen de la referencia.* y se observan a continuación en la Ilustración 4. Actividades en proceso productivo de maquilas *Fuente: Elaboración propia*, sin embargo, algunas cuentan con ligeros cambios que se evidenciarán al momento de realizar los archivos de documentación.



**Ilustración 4. Actividades en proceso productivo de maquilas**  
*Fuente: Elaboración propia*

Luego de desglosar estas actividades se procede a definir las, ya que de su buena definición y la claridad que exista en este contexto, depende la exactitud de los tiempos de ciclo que sean medidos en cada una de ellas al momento de realizar la toma de los datos en la zona de producción.

- **Imprimir en empaque:** Esta actividad consiste en imprimirle la fecha de vencimiento y otros datos de lote necesarios a todos los envases secundarios, entiéndase como envases secundarios, todo tipo de bolsa o caja de cartón que es utilizada para empaquetar otros productos y completar una unidad maquilada. Esta actividad se realiza antes de comenzar la producción para evitar retrasos y lo realiza una persona. El ciclo para medir esta actividad comienza cuando un envase secundario pasa debajo de la impresora y queda efectiva la impresión y finaliza en el momento que vuelva a pasar una próxima unidad por el mismo lugar y quede impresa de forma correcta.
- **Bloquear código de barras:** Con el objetivo de que al registrar por algún lector de códigos no lea los productos por separado dentro de la bolsa, sino que lea el código de la bolsa completa, se tapa cada uno de los códigos de barras de los productos que estén contenidos en la promoción o el producto de maquilas. Para esta operación los

auxiliares logísticos pegan un sticker blanco de manera que el código de barras quede partido en dos y no pueda ser leído.

En esta actividad, el ciclo a medir inicia cuando un auxiliar logístico pega un sticker y finaliza al momento en el que le pega un sticker a otro producto.

- **Empacar en envase secundario:** Esta actividad consiste en que los operarios introduzcan dentro de un envase secundario el cual puede ser una bolsa o una caja de cartón, los productos que contenga este nuevo producto final, como por ejemplo una bolsa con varios snacks, el cual será finalmente una bolsa de snacks con características de presentación diferente.

En esta fase, se utiliza una banda transportadora como se observó en la línea 1 y 2; la cual lleva el producto desde el principio hasta el final de la línea, en la cual varios operarios van llenando cada bolsa con un producto para que, al llegar al final de la banda, la bolsa o producto final esté completo y listo para ser sellado.

Para tomar los ciclos en esta actividad, se tiene en cuenta solamente la manera en la que van saliendo los productos del último puesto de trabajo listos para sellar, debido a que, se trabaja en paralelo a lo largo de la banda y el producto completo demorará lo que tarda en salir de la última estación con el último operario; cabe resaltar que el único producto que demorará “en estar listo” o tiene tiempo de todo el recorrido de la banda será el primero.

- **Sellar envase secundario:** En esta parte del proceso, luego de que los envases secundarios lleguen completos con todo el producto dentro, se procede a realizar su cierre. Éste depende de la referencia que se esté produciendo, por lo tanto si son referencias que se empacan en bolsa luego de estar completas, pasan a ser cerradas en las selladoras, las cuales mediante un pedal que se presiona, y con la ayuda de calor se cierran ambos lados de la bolsa y queda totalmente hermética y cerrada; por otro lado si son cajas, se procede a terminar de armar y tapar con los dobleces que estaban abiertos para facilitar el ingreso del producto a la caja.

En esta actividad, el tiempo de ciclo se toma cada que sale o cae un producto a una canasta de producto terminado después de ser sellado.

En caso de ser una caja, el ciclo comienza cuando agarra una caja para cerrarla, y finaliza cuando agarra la siguiente caja y así sucesivamente.

- **Empacar en canasta y estibar:** Ésta es la última etapa para medir durante el proceso de maquilas para obtener la capacidad y se define como el proceso mediante el cual el producto final sale del sellado y se empaca en una canasta con un número de unidades específicas y luego se lleva a una estiba para ser almacenada y luego según los pedidos, realizar el picking correspondiente y reparto a los clientes.

Con lo anterior se puede inferir que al momento en el que llega el producto a la zona de empaque en canasta, ya está finalizado, por lo que las unidades listas, que se produzcan por hora no van a estar definidas por la actividad de empaque en canasta ni

estibar, lo cual excluye a esta actividad de ser un restrictivo por lo que se procede a no realizar mediciones de ésta.

## 6.1.2 Selección de tamaño de muestra

Ahora bien, para poder realizar una toma de tiempos confiable en cada uno de los procesos anteriormente descritos y tener el número de muestras adecuadas para la confiabilidad de los datos, se procede a realizar una selección del método de tamaño de muestra. Para esta fase se tienen 5 muestras de cada actividad con el objetivo de realizar pruebas que permitan elegir el mejor método y luego realizar una elección del número de observaciones a tomar para el proceso.

Para este paso, contamos con dos métodos, el primero es el de la tabla General Electric, mostrada a continuación en la Tabla 2. General Electric, la cual se encuentra en minutos y por la cual se hace necesario en algunas operaciones hacer la conversión a segundos.

Para este método habrá que realizar una medición inicial con el objetivo de determinar el tiempo de ciclo para cada actividad en cada proceso y finalmente conocer el número de observaciones que se deben tomar para realizar la toma de tiempos y el cálculo de las capacidades.

*Tabla 2. General Electric*

*Fuente: Benjamín W. Nievel, Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseño del trabajo. Pág. 340*

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Este método tiene en cuenta para el número de ciclos a tomar, la duración que tengan éstos mismos durante el proceso, lo cual es esencial al momento de hablar de agilidad en la toma de tiempos, y finalmente permite calcular un promedio con el cual se realiza el cálculo de la capacidad de proceso.

Sin embargo, al momento de consultar sobre la aplicación de este método y debido a que en el área a trabajar se realizan operaciones que no toman mucho tiempo y a que muchas veces la toma de 200 muestras se dificulta por condiciones del proceso, en conjunto con el equipo de capacidades se tomó la decisión que éste método como opción tendría una modificación en el

caso de operaciones menores a 1 minuto, las cuales serían 30 muestras y de esta manera queda el método como opción para tomar los tamaños de muestra para la medición de capacidades.

Por otro lado, se cuenta con un segundo método, se trata del método que propone Jay Heizer y Barry Render en su libro Dirección de la producción y de operaciones, éste tiene en cuenta la variación que exista entre los tiempos y el promedio de estos. De igual manera, se cuenta con un nivel de confianza, el cual nos muestra la probabilidad de que, al tomar una muestra dentro de una población, la media se encuentre dentro de un intervalo de confianza, lo cual es útil al momento de requerir observaciones y tiempos lo más precisos posibles, y finalmente un máximo error deseado en la toma de datos. La ecuación que determina el número de tiempos a tomar es la siguiente:

$$\text{Tamaño de la muestra requerido} = n = \left( \frac{z * s}{n * h} \right)^2$$

**Ecuación 3. Tamaño de muestra**

Donde **n** = nivel de precisión deseado en tanto por ciento sobre el tiempo del elemento de trabajo, expresado en forma decimal (5% = 0,05).

**z** = número de desviaciones estándar requeridas para el nivel de confianza deseado (90% de confianza = 1,65: véase la **Tabla 3. Valores más comunes de z**

**s** = desviación estándar de la muestra inicial

**x** = media de la muestra inicial

**n** = tamaño de muestra requerido

**Tabla 3. Valores más comunes de z**

*Fuente: Jay Heizer, Barry Render Dirección de la producción y de operaciones. Pág. 521*

Nivel de confianza deseado (%)	Valor de z (desviación estándar requerida para el nivel de confianza deseado)
90,0	1,65
95,0	1,96
95,45	2,00
99,0	2,58
99,73	3,00

En este caso se utilizaría un nivel de confianza del 95% para obtener mediciones que tengan una precisión suficiente para definir una capacidad real y que el margen de error se reduzca lo suficiente y finalmente tener tiempos estándar de operación.

Cada método tiene sus particularidades, sin embargo, para la selección del método más adecuado se realizará mediante una matriz de priorización, la cual muestra a partir de criterios de selección con características ponderadas la mejor solución disponible para escoger el mejor método de selección del tamaño de muestra que requiere la metodología para la medición de

capacidades en el área de distribución; La matriz propone una serie de variables y criterios para priorizar una serie de temas estratégicos, de forma simple y flexible. (Medina et al., 2010)

Se tuvo en cuenta para la selección del método, 6 criterios de selección que tiene en cuenta factores administrativos que tienen en cuenta el apoyo al método de parte del equipo y superiores, la practicidad para que el número de muestras que se requieran, puedan ser tomadas en el área, la variabilidad, la duración de las actividades, la fácil comprensión del método para todo aquel que vaya a replicarlo en alguna otra área y la poca parametrización para que no intervengan demasiadas variables que puedan afectar el análisis y comprensión del método y no vaya a haber algún tipo de error, considerando que muchas veces los parámetros suelen ser muy al ojo de la persona que vaya a realizar el método. Igualmente se contó con apoyo del equipo de capacidades para la evaluación de estas metodologías y realizar la ponderación. Los resultados de la selección se pueden observar a continuación:

**Tabla 4. Matriz de priorización**

*Fuente: Elaboración propia*

Alternativa de métodos	1	2	3	4	5	6	Total
	Cuenta con apoyo de actores relevantes	Practicidad para la toma de observaciones	Tiene en cuenta la variabilidad de las observaciones	Tiene en cuenta la duración de las observaciones	Poca Parametrización	Facilidad de comprensión	
	Hasta 20	Hasta 20	Hasta 15	Hasta 15	Hasta 15	Hasta 15	
Tabla General Electric	18	17	10	14	13	14	86
Método estadístico (Libro Dir. Producción de operaciones).	10	15	15	9	8	10	67

Con el mayor puntaje obtenido, el método de la tabla General Electric con la modificación realizada por el equipo será la metodología con la que se procede a realizar el cálculo del tamaño de muestra.

Siguientemente, se utilizan las muestras para cada actividad de cada referencia que fueron tomadas y se evalúa la tabla General Electric y se definen **30 muestras** para todas las referencias en todas las actividades debido a que ninguna cuenta con tiempos superiores a 1 minuto, siendo 35 segundos el máximo tiempo. De esta manera queda establecido el número de observaciones a tomar para cada actividad y se procede con la medición de los tiempos en el área.

Es importante mencionar que las 5 muestras iniciales que se realizan para cada actividad en cada referencia no se utilizarán para realizar ningún tipo de análisis diferente a encontrar un número de observaciones prudentes a tomar en los procesos; esto debido a que el promedio tomado de las 5 muestras no es lo suficiente confiable para definir ninguna actividad restrictiva debido a la variación que puede haber en el proceso. En consecuencia, de lo anterior, después de determinar el número de muestras que se necesitan para calcular un tiempo medio, se procede a tomar las mediciones correspondientes.



*Nota: como el número de observaciones a realizar supera las 15 muestras, por restricción de espacio en cuanto a columnas, se continúa anotando en la siguiente fila numerada y así hasta completar el número de datos necesarios.*

Después de algunas visitas en las que se ensayaba la manera de tomar los tiempos planteados anteriormente, se analiza que en algunos casos la manera en la que opera la línea se debe tener muy en cuenta, ya que muchas actividades las realizan varias personas a la vez, o tienen una configuración diferente por lo que cuál, par la toma de las observaciones finales se consideró lo siguiente:

- *Cuando se opera en línea, es decir todos los auxiliares aportan algo a lo largo de la banda para completar el producto, se tiene en cuenta es el tiempo de ciclo del último operario lo que indica el tiempo de salida de la banda de cada producto porque en ese instante el producto estará completo, esto sucede en la etapa de empaque en envase secundario.*
- *Cuando a lo largo de la banda el producto lo completa cada auxiliar por separado, es decir, cada auxiliar produce una unidad de forma independiente y lo pone en la banda para que sea transportado completo al final de la línea, se toma el tiempo de elaboración completa de cada producto con cualquier operario que tenga la habilidad normal. Sin embargo, como esta operación la realizan varias personas al tiempo, al final de la banda salen varios productos a la vez.; por ende, el tiempo de cada unidad se dividirá por el número de operarios al momento de analizar el cálculo de capacidades para que la cifra del tiempo sea real como la línea de producción lo realiza.*
- *Es importante aclarar que hay actividades que al realizarlas contienen varias unidades como por ejemplo, empacar en canasta y estibar, y tomar el tiempo de ciclo con una unidad, dejaría por fuera el momento en el que se lleva a la estiba, por lo que se tiene en cuenta el tiempo en el que empaca todas las unidades y las estiba para después se dividir sobre el número de unidades que contiene la canasta manipulada y así obtener finalmente un tiempo mas real de la actividad por unidad como se requiere para los análisis de restricción.*

Se procede a realizar la toma de los tiempos en diversas visitas y con ayuda de los videos que permitieron analizar y medir la operación de una manera más completa, por lo que se registra para cada referencia, en cada actividad el tiempo correspondiente a ella con las 30 muestras que le correspondían según el método elegido en formato mostrado en la Ilustración 7. Formato registro de tiempos y siguientemente se diligencian a un computador en una tabla para tener registro de ello y continuar con la metodología para el cálculo de capacidades.

Un ejemplo del registro digital se muestra a continuación:

Tabla 5. Ejemplo digitación de tiempos

Fuente: Elaboración

Propia

Referencia	Practi Sanduche ZENU x 440 g		Salch. Mtdela. Schon. CUNIT ahum. 750 g			
Actividades	Ensamblar	Pegar etiqueta y empacar en canasta	Imprimir	Bloquear código de barras	Empacar en envase secundario	Sellar
1	3,02	11,343	0,54	1,36	1,33	1,31
2	2,59	14,269	0,66	1,53	2,48	1,35
3	2,76	10,01	0,45		2,09	2,28
4	2,84	12,665	0,65	1,47	1,98	2,23
5	2,34	13,84	0,55	1,84	2,3	2,16
6	3,08	10,49	0,61	1,39	1,95	2,12
7	2,85	13,18	0,54	1,83	2,14	2,27
8	2,8	10,64	0,93	1,39	2,14	1,96
9	2,59	15,02	0,54	1,72	1,95	1,96
10	2,93	12,11	0,5	1,49	2,04	2
11	2,45	11,29	0,59	1,44	1,83	2,53
12	2,34	15,39	0,67	1,39	1,79	2,96
13	2,23	13,2	0,68	1,24	1,77	1,76
14	2,85	11,38	0,68	1,74	1,87	2,5
15	2,68	10,34	0,81	1,45	1,98	2,7
16	2,78	14,83	0,67	1,78	1,75	1,28
17	2,9	10,23	0,49		2,54	1,84
18	2,93	11,383	0,54	1,45	2,52	1,83
19	2,78	10,65	0,69	1,34	2,67	1,67
20	2,84	10,29	0,74	1,63	2,11	2,59
21	2,98	13,96	0,72	1,34	1,72	2,29
22	2,67	13,56	0,55	1,33	2,14	2,22
23	3,02	10,52	0,83	1,29	1,73	1,63
24	2,93	15,29	0,72	1,53	2,14	2,1
25	2,99	14,93	0,69		2,02	2,12
26	2,56	10,34	0,62	1,56	2	1,9
27	3,02	10,29	0,81	1,33	1,63	1,66
28	2,93	10,88	0,56	1,75	1,9	2,36
29	3,2	11,39	0,61	1,48	1,96	2,31
30	2,83	11,51	0,5	1,35	2,07	2,07
<b>Promedio</b>	<b>2,790</b>	<b>12,174</b>	<b>0,638</b>	<b>1,498</b>	<b>2,018</b>	<b>2,065</b>
Promedio Und	2,790	2,435	0,638	1,498	2,018	2,065

#### 6.1.4 Cálculo del tiempo medio.

Con apoyo de la metodología propuesta por Hay Heizer y Barry Render, se procede a calcular el tiempo medio para cada actividad de cada referencia. Dividiendo de esta manera, el tiempo total observado sobre el número de observaciones que se hicieron para encontrar un promedio mas preciso de duración de la operación.



Se tiene en cuenta que, al calcular el tiempo medio, igualmente se adiciona un cálculo del tiempo medio por unidad, en el cual se encuentra el tiempo de duración promedio de una unidad producida en cada actividad ya que hay actividades que contienen varias actividades o la realizan varios operarios de forma independiente como se mencionó en la fase anterior. Luego de realizar los cálculos, se obtienen los tiempos deseados, los cuales se pueden evidenciar a continuación:

**Tabla 6. Tiempos promedio por actividad**  
Fuente: Elaboración propia

TIEMPO PROMEDIO DE OPERACIÓN POR UNIDAD (Seg)				
REFERENCIAS	Imprimir	Bloquear código de barras	Empacar en envase secundario	Sellar
Salch. Mtdela. Schon. CUNIT ahum. 750 g	0,64	1,50	2,02	2,07
Oft.2Mtdla.250gSchon.225g.grt.Salch.225g	0,68	1,51	2,11	2,15
Schon. Salch. Mtdela. ZENU pll. x 750 g	0,64	1,48	2,02	2,07
Cbno. RANCHERA x 200g Pleg. x 8 Und	0,75	0,00	2,40	3,42
Jmn. PIETRAN pavo. Snack 35g SIN C x5 un	0,70	1,31	2,06	1,99
SCHON. CERVEC. Snack. ZENU x 300g	0,70	1,28	2,00	2,18
Oft.Mtdla.450g Schon.225ggrt.Salch.225g	0,68	1,52	2,11	2,15
Salch. Tipo Alemana ZENU x 360 g	0,75	0,00	3,74	3,99

**Tabla 7. Tiempos promedio por actividad**  
Fuente: Elaboración propia

TIEMPO PROMEDIO DE OPERACIÓN POR UNIDAD (Seg)			
REFERENCIAS	Imprimir caja	Imprimir Producto	Empacar en envase secundario y sellarlo
Jmn serrano MONTICELLO x 80g	0,73	0,70	1,90
MIX madurados MONTICELLO x 115g	0,73	0,70	1,90
SALAMI MONTICELLO x80g	0,73	0,70	1,90
2 Jmn. PIETRAN estd. 450 g SIN C	0,75	0,00	1,40

**Tabla 8. Tiempos promedio por unidad**  
Fuente: Elaboración propia

TIEMPO PROMEDIO DE OPERACIÓN POR UNIDAD (Seg)		
REFERENCIAS	Ensamblar	Pegar etiqueta y empacar en canasta
Practi Sanduche ZENU x 440 g	2,79	2,43

En esta toma de tiempos se observa que hay poca variabilidad en los tiempos de impresión y esto es debido a que es un proceso muy estándar por la manera en la que se realiza ya que el auxiliar logístico toma caja por caja o bolsa por bolsa de una manera rápida y la deja sobre la banda para que la impresora automáticamente deje impreso el lote y fecha de vencimiento.

Igualmente, en general se observa un proceso muy poco variable independientemente de la referencia debido a que los movimientos son casi los mismos a excepción del sellado con cada referencia ya que como los paquetes vienen en cantidades diferentes, la forma de cerrar el producto finalmente es diferente o en caso de ser bolsa pues la geometría de los productos internos genera un atraso o un adelanto en el tiempo de sellado.

Se presentaron dos tablas con algunas modificaciones a las actividades en comparación a propuesta y a la que tienen la mayoría de las referencias debido a que existen alguna con variabilidad en el proceso, lo que permitió generar una configuración de actividades propicias para su proceso de elaboración como se mencionó al momento de definir cada etapa del proceso y se le realizó el cálculo del tiempo promedio por unidad respectivamente.

Como se observa en la **Tabla 6. Tiempos promedio por actividad**, existen referencias con 0 segundos en algunas actividades y es debido a que es una referencia que cabe dentro de la categoría de las actividades que muestran las otras referencias, es decir, presenta actividades similares, sin embargo, en donde presenta 0 segundos, este producto no tiene la actividad específica.

Finalmente, se observa en la **Tabla 8. Tiempos promedio por unidad** que hay una referencia que se produce con dos actividades y esto es debido a que se realiza en las líneas 3 y 4 las cuales se componen de una mesa y tres puestos de trabajo donde se sitúa en cada uno un operario, lo que genera así una configuración diferente en la manera en la que se lleva a cabo la producción de esta referencia.

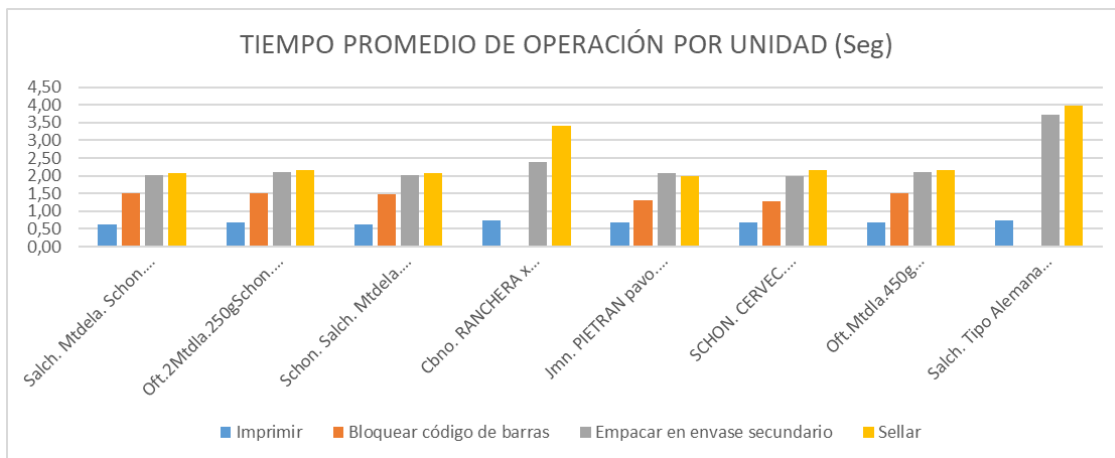
En este punto la manera de realizar el proceso involucra que para que el producto esté finalizado se incluya el tiempo de empacar en canasta ya que el auxiliar logístico pega varias etiquetas y el ciclo lo repite al momento de volver a pegar etiquetas, pero después de haber empacado en canastas.

### **6.1.5 Selección de actividad restrictiva**

En un proceso productivo es supremamente importante tener en cuenta que en una línea de producción existen restricciones que generan o que limitan al sistema; esto representa para el proceso una dependencia en cuanto a capacidad, es decir, la capacidad de este esta dada por la actividad que limita al sistema y por ello precisamente es vital su identificación.

En este caso puntual, después de tener los tiempos promedio, el paso a seguir es seleccionar las actividades que representan una restricción en el proceso, para ello, se observa cada referencia y la manera en la que ésta se comporta a lo largo de la línea con el objetivo de identificar la actividad que represente un mayor tiempo y que genere una limitación de la

producción. Se procede a realizar un comparativo de cada referencia en las fases de su producción como se muestra a continuación:

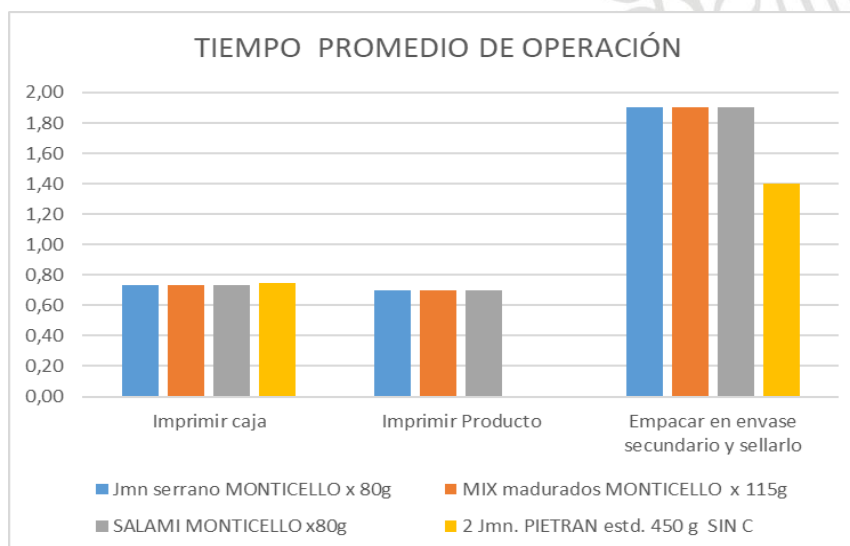


**Ilustración 9. Comparativo de tiempos**  
Fuente: Elaboración propia.

Para estas referencias se puede observar cómo se comportan en cada una de sus actividades, siendo éstas un elemento clave para la identificación de la actividad restrictiva.

En la **Ilustración 9. Comparativo de tiempos** se evidencia que la actividad con menor tiempo para todas las referencias es la impresión debido a que es un proceso que no conlleva mucha dificultad y la agilidad del auxiliar logístico lo permite, sin embargo se observa que el sellado o la actividad “sellar” con poca diferencia por encima del empaque es la que más tiempo toma en cada una de las referencias mostradas anteriormente, mostrándose como el pico más alto de lo que se muestra como una actividad restrictiva, a excepción del Jamón PIETRÁN pavo, referencia en la cual el empaque en envase secundario es superior en tiempo por décimas de segundo.

A continuación, se muestra otra gráfica con unas referencias diferentes a las anteriores para otra configuración en la manera que opera la línea.

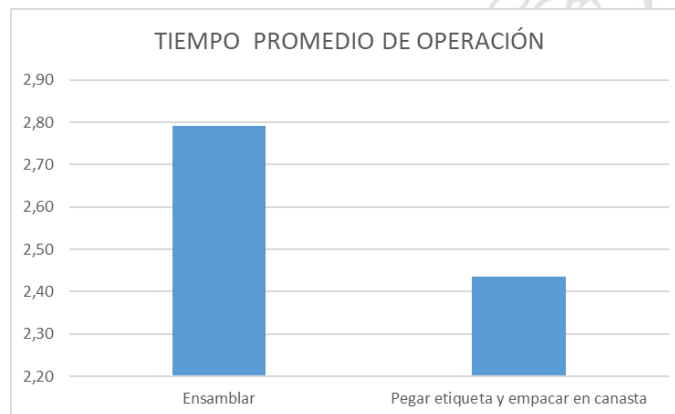


**Ilustración 10. Comparativo por actividad**  
Fuente: Elaboración propia.

En la **Ilustración 10. Comparativo por actividad** se observa que, para cada una de las referencias, la actividad de empacar en envase secundario y sellarlo es la actividad que mas tiempo representa a la línea ya que son actividades que incluyen en su operación el empaque del producto e igualmente el cierre de este en ese instante antes de ponerlo en la banda transportadora y ser empacado en canasta; por lo tanto, se consideran las actividades restrictivas de la línea para estas referencias específicas.

Por lo general esto sucede ya que las referencias mostradas en la grafica necesitan un envase secundario de cartón al igual que el Cábano, sin embargo, este producto fue incluido en la grafica anterior porque a lo largo de la línea se introduce el producto en la caja y al final una persona en la estación de sellado, cierra el producto manualmente, lo que se asemeja a la anterior configuración de operación.

Finalmente existe una referencia elaborada en las líneas 3 y 4 que consta de dos actividades como lo son el ensamble y el pegar etiqueta para empacar en canasta como se muestra a continuación:



**Ilustración 11. Tiempo por actividades de Practi Sandwiche**  
*Fuente: Elaboración propia*

De la gráfica se observa que la actividad que más toma tiempo y con la cual se debe tomar referencia para el cálculo de la capacidad del proceso es el ensamble de una unidad que va compuesta por un jamón y un queso mediante una cinta y una etiqueta en la siguiente actividad. Por lo tanto, se define esta actividad de ensamble como restrictivo en esta línea para esta referencia.

### 6.1.6 Cálculo de la capacidad de proceso

La capacidad del proceso dada en términos de unidades/hora es un estándar asociado a la logística del centro de distribución que desea ser conocida con el objetivo de tener un mayor control sobre los procesos realizados en el área, específicamente de maquilas; Esta capacidad, puede ser conocida a partir de las tomas de datos y los cálculos y decisiones tomadas anteriormente, por ende, se procede a calcularla a partir de los elementos restrictivos de la siguiente manera:

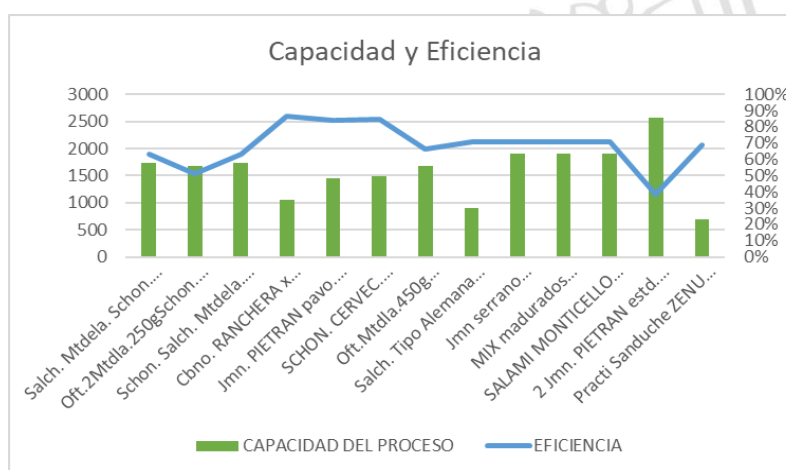


**Tabla 9. Capacidad de proceso**  
Fuente: Elaboración propia

REFERENCIAS	OPERARIOS	CAPACIDAD DEL PROCESO	EFICIENCIA	CAPACIDAD OPERATIVA
Salch. Mtdela. Schon. CUNIT ahum. 750 g	9,0	1743	64%	1107
Oft.2Mtdla.250gSchon.225g.grt.Salch.225g	9,0	1672	51%	855
Schon. Salch. Mtdela. ZENU pll. x 750 g	9,0	1743	64%	1107
Cbno. RANCHERA x 200g Pleg. x 8 Und	9,0	1052	86%	909
Jmn. PIETRAN pavo. Snack 35g SIN C x5 un	9,0	1448	84%	1215
SCHON. CERVEC. Snack. ZENU x 300g	9,0	1487	85%	1260
Oft.Mtdla.450g Schon.225ggrt.Salch.225g	9,0	1672	66%	1107
Salch. Tipo Alemana ZENU x 360 g	9,0	902	71%	639
Jmn serrano MONTICELLO x 80g	9,0	1902	71%	1350
MIX madurados MONTICELLO x 115g	9,0	1902	71%	1350
SALAMI MONTICELLO x80g	9,0	1902	71%	1350
2 Jmn. PIETRAN estd. 450 g SIN C	9,0	2569	39%	999
Practi Sanduche ZENU x 440 g	3,5	689	69%	476

En la

**Tabla 9. Capacidad de proceso**, se puede observar una capacidad del proceso luego de hacer de los cálculos anteriormente mencionados, una capacidad operativa la cual es el número de unidades/hora que se registran en promedio en la producción y finalmente una eficiencia como resultado de una comparación entre las capacidades, es decir, al comparar, evaluar la situación actual basada en un estándar con variación y con ineficiencias contempladas con lo que debería producirse idealmente, se obtiene una eficiencia del proceso mostrada en porcentaje y siendo punto de partida para análisis y controles futuros, por lo que se procede a realizar una grafica para observar este comportamiento:



**Ilustración 13. Capacidad y eficiencia**  
Fuente: Elaboración propia

Al realizar una comparación entre las referencias que tienen más capacidad, se puede observar que la que mayor capacidad de producción tiene es el Jamón PIETRÁN Estándar x2 Und.

con un valor por encima de las 2500 unidades producidas por hora, sin embargo, esta referencia cuenta con la menor eficiencia como lo muestra la **Ilustración 13. Capacidad y eficiencia**. Esto nos indica que en la relación entre la capacidad de proceso obtenida y los históricos de producción o “estándares” que se tienen de producción es la que más desfase presenta de unidades/hora. Igualmente se observa que la referencia con una mayor eficiencia es el Cábano, sin embargo, cuenta con una capacidad relativamente baja en comparación con las otras referencias puesto que apenas rebasa las 1000 unidades, lo que también nos indica que es la referencia con una capacidad más cercana al valor fijado anteriormente como “estándar”.

De igual manera se puede observar que la mayoría de las referencias cuentan con una eficiencia relativamente alta, lo que nos indica que el proceso tiene un flujo adecuado y el análisis de capacidad obtenido tiene relación a los parámetros que maneja la compañía actualmente; sin embargo, es de suma importancia recalcar que las que tienen eficiencia por debajo del 50% deben ser monitoreadas constantemente con el objetivo de identificar factores que afecten la producción de esas referencias específicas.

Ahora bien, tras tener las capacidades de cada referencia e información sobre el nivel de eficiencia de cada una, se determina el estándar para realizar próximos análisis de eficiencia de la producción, por lo que las capacidades de proceso se establecen como anteriormente fueron dadas en la

**Tabla 9. Capacidad de proceso**, para que los protocolos asociados a la logística de distribución se definan, puedan ser sometidos a controles constantes y se notifiquen alertas en el proceso en caso de ver algún cambio significativo en la producción.

Finalmente, se debe tener en cuenta que la capacidad de proceso obtenida actualmente basada en tiempos de actividades por referencia en condiciones ideales se fija como un estándar para los controles necesarios y análisis de ocupación en la empresa con el objetivo de realizar una acertada programación de la producción diaria que lleve a realizar una respuesta oportuna ante la demanda que se presente en la compañía con los diferentes productos elaborados en el área de maquilas en el centro de distribución.

## 7 CONCLUSIONES

Para concluir, se tiene en cuenta que todo el proceso realizado en la empresa alimentos cárnicos para levantar un sistema de capacidades fue basado en varios elementos en conjunto partiendo de una necesidad de la empresa debido a la reestructuración de las áreas de la empresa, lo que finalmente buscaba abarcar toda la cadena de suministro; de igual forma se tuvo en cuenta la necesidad del proceso de ser estandarizado y poder llevar un control sobre las unidades por hora que se producen realmente.

Adicional a lo anterior, es importante mencionar que los métodos con los que se trabaja en el área de maquilas para producir referencias a lo largo de la línea están diseñados para una agilidad en el proceso lo cual se ve evidenciado en los tiempos con poca variabilidad e igualmente con un objetivo medioambiental ya que cuentan con materia prima de empaque que reduce el consumo de plástico, esto hace que la metodología de producción se realice de forma efectiva.

Se resalta que en cuanto a los tiempos de proceso teniendo en cuenta que todos fueron tomados por unidad producida, las actividades con menos duración debido a su facilidad y mayor estandarización en el método es la de imprimir el empaque y que los restrictivos de las líneas son el sellado debido a que no es una actividad 100% manual, sino que cuentan con un apoyo de una selladora térmica lo que limita el tiempo a la máquina en realizar el sellado aunque sea ayuda con un pedal; e igualmente en las referencias que utilizan empaques de cartón, los tiempos restrictivos se toman en el empaque y cierre del producto, situación que se da cuando los auxiliares logísticos trabajan en cada producto de manera independiente para dejarlos luego sobre la banda antes de ser empacados en canasta.

De igual manera, el análisis del proceso ayudó a comprender de una mejor manera la forma en la que un elemento restrictivo afecta la producción de cierto producto y cómo este elemento puede significar un cuello de botella, sin embargo, deja claridad de cómo una operación que tiene en cuenta una máquina comienza a ser vista como un elemento con un ritmo de trabajo diferente en la cual no sólo se tiene en cuenta la manera en la que trabaja el operario.

Las capacidades obtenidas, cuentan con una eficiencia relativamente alta lo que significa que la producción que se realiza realmente está en gran porcentaje alineada con la capacidad de proceso; esto como resultado de un análisis de eficiencia y de capacidad operativa que nos permite confirmar eficacia del método de análisis de capacidades comenzando por una medición del trabajo realizada.

Adicionalmente, se puede concluir que las líneas de producción que operan en el área de maquilas presentan una brecha en la manera de realizar análisis de capacidad y ocupación lo



cual se ve reflejada en la eficiencia, sin embargo, queda por realizar un gran trabajo en la implementación de los controles de capacidad, lo cual brindaría fácilmente un aumento en la eficiencia debido a que la manera en la que los auxiliares realicen sus labores se complementaría con un ritmo de trabajo estándar guiado por los tiempos y capacidades obtenidas anteriormente.

También, se identificó que la manera de tomar los tiempos para las diferentes actividades mediante ciclos de trabajo es adecuada para obtener una capacidad que permita tener un estándar y realizar controles; de igual manera, esta manera de segmentar las actividades dentro de la línea de producción al momento de presentar variaciones necesitó una modificación en la manera de toma de tiempos, lo cual no distorsionó los resultados, permitiendo así una mayor visión del proceso.

En la definición del método para calcular el tamaño de muestra, se encontró que la prioridad para la operación actual era tener en cuenta la duración de las actividades y la poca parametrización del método para que fuera accesible y práctico al momento de realizar las tomas de tiempo, así mismo, el número de muestras que fueron definidas mediante la metodología de la tabla General Electric, al ser modificadas en un parámetro inicial (suprimiendo la opción de 200 y 200 muestras), permitió la agilidad de toma de tiempos en las diferentes operaciones en el área de maquilas, lo cual fue un gran avance debido a que la condición del proceso fue efectiva.

Finalmente cabe resaltar que los procesos en el área de maquilas, cuentan con diversas variaciones entre sí, y una toma de tiempos para identificar restrictivos, analizar capacidad y establecer estándares es un trabajo útil para el proceso debido a que a partir de ello se da una mayor visión del comportamiento real del proceso a través de lo que debería ser lo que permite medir de qué manera están trabajando los auxiliares logísticos y realizar controles de eficiencia con el objetivo de encontrar razones de fallo o de disminución de la misma en caso de que se realicen alertas significativas en cuanto a la producción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, P. (2018). *Intriducción a la teoría de restricciones (TOC); Una mirada a sus fundamentos y aplicaciones*. August, 17.
- Barry, R., & Jay, H. (2007). *Dirección de la producción y operaciones - Decisiones estratégicas* (Sexta Edic). Pearson.
- Cetina, J., & Puentes, P. (2017). *Estudio de métodos y tiempos para la empresa Papeles Primavera*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 1, 48.
- Chávez, Blanca ; Najarro, Jenniffer; Rivas, O. (2009). *Análisis, Diseño e Implementación de un Centro de Distribución*". 1–51.
- Díaz, F. (2009). *La manufactura esbelta*. 2009, 6, 1–36.
- Medina, J., Ortiz, F., Franco, C., & Aranzazú, C. (2010). *Matriz de Priorización para la Toma de Decisiones*. Facultad de Ciencias de La Administración Universidad Del Valle, 1–23.
- Meyers, F. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil* (Segunda Ed). Pearson Educación de México, S.A de C.V.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Duodécima, 613.
- Sipper, D. (1998). *Planeación y Control de la Producción* (McGRAW-HIL).
- Tejada, N. ;, & Gisbert, V. (2017). *Metodología De Estudio De Tiempo Y Movimiento; Introducción Al Gsd*. 3C Empresa : Investigación y Pensamiento Crítico, 6(5), 39–49.