

# Modelos de Simulación para el Análisis de las etapas del Proceso de Producción de una Planta Procesadora de alimentos

Victor Hugo González, PhD, Willington Orrala Gonzabay, Ing., Kleber Barcia Villacreses, PhD, Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas, Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador, [vgonzal@espol.edu.ec](mailto:vgonzal@espol.edu.ec)<sup>1</sup>, [worralla@espol.edu.ec](mailto:worralla@espol.edu.ec)<sup>2</sup>, [kbarcia@espol.edu.ec](mailto:kbarcia@espol.edu.ec)<sup>3</sup>.

**Resumen-** Se realizó un estudio de investigación aplicada en la empresa IFSC, ubicada en la ciudad de Guayaquil, se dedica a la fabricación de piezas de pollo para distribución de las mismas a los diversos locales de venta de comida rápida ubicados en diferentes sectores de la ciudad. Se analizan los procesos de tal manera que se permita la reducción de las horas de trabajo fuera de horarios regulares, y así evitar costos adicionales de producción por horas extras. Todos los datos obtenidos y reflejados en el estudio fueron extraídos de fuente real de la organización.

**Palabras clave:** Simulación, BPMN, Producción.

## 1. INTRODUCCIÓN

La empresa IFSC, que cuenta con plantas de producción, una en la ciudad de Guayaquil, la cual está encargada de procesar alimentos cumpliendo con altos estándares de calidad de acuerdo a lo establecido por la administración central de su empresa líder, donde se analizó la entrada de insumos con tiempos de producción en cada una de sus etapas, encontrando oportunidades de mejora y una propuesta de optimización del tiempo final de los procesos.

Partiendo de este concepto, es necesario analizar el proceso de producción de la planta procesadora de alimentos localizada en Guayaquil, Ecuador, en el área de partes de pollos, con el fin de establecer propuestas de mejora que permitan la reducción de las horas de trabajo fuera de horarios regulares a través herramientas de simulación y estudio de tiempos y movimientos.

Para lograr lo establecido, fue necesario analizar los problemas actuales existentes en el área de producción de partes de pollos teniendo en cuenta la información de tiempos de cada uno de los procesos con el fin de realizar un modelo de simulación de la planta actual, y su validación respectiva con los datos reales de producción. Así, identificando los retrasos y cuellos de botellas dentro del proceso actual con el modelo de simulación diseñado, y mediante la experimentación del mismo, se logró una reducción en el tiempo de trabajo fuera de horarios regulares.

En la toma de información, se dieron ciertas limitaciones en lo que respecta a la elaboración de sus productos, que por motivos de confidencialidad, no serán proporcionados, pero esto no ocasionó inconvenientes, porque lo que se mejoró fue el tiempo del proceso del producto final.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Análisis Empresariales

El análisis empresarial FODA, es de mucha ayuda para identificar la situación actual de una empresa, aspectos internos y externos, para establecer cuáles son las maneras de implementar estrategias y lograr el éxito el empresarial, como por ejemplo de las variables intervienen en la Fig. 1.

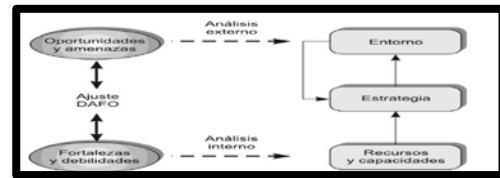


Fig. 1 Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas [1]

El modelo de Análisis de Porter de las 5 Fuerzas competitivas permite identificar las oportunidades y amenazas de la empresa para poder realizar un correcto análisis externo. Según Porter, se puede decir que la naturaleza de la competencia está compuesta por cinco fuerzas, en la Fig. 2 se muestra las variables que intervienen en lo antes mencionado.

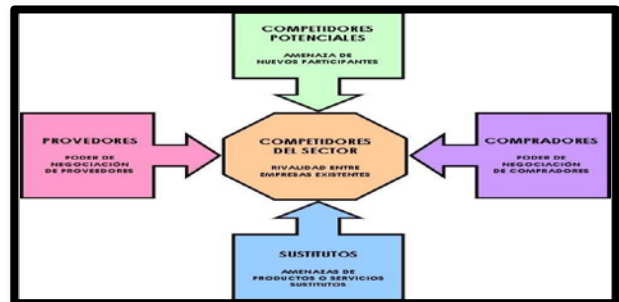


Fig. 2 Modelo Porter

### B. Estudio de Tiempos y movimientos.

En este estudio se consideraron todos los procesos de la empresa que consistieron desde recepción hasta inyección considerando la carta de flujo de procesos operativos para determinar cuáles operaciones son consideradas como transporte, proceso, tiempos de espera y almacenamiento. Para cada una de estas actividades se realizó en la empresa la toma respectiva de tiempos y movimientos dando como resultado la determinación de las variables y la construcción posterior del modelo de simulación usado para la reducción de las horas en horarios no regulares de la empresa. [2]

## III. METODOLOGÍA

### A. Metodología Propuesta

Para una correcta comprensión de cada parte en los procesos de producción que manejan en planta, se estudió de manera micro y macro el flujo de trabajo comprendiendo desde un análisis actual de la empresa hasta una evaluación de los resultados obtenidos por la optimización de los procesos que ocasionaron el problema principal de recepción usando el software de simulación.

La metodología empieza con el análisis, tanto de la situación actual de la empresa o planta como de los procesos que ocasionan la baja eficiencia en los resultados finales. El análisis consistió en verificar su situación actual con análisis matricial estratégico (matrices EFE, EFI, DOFA) y las entrevistas respectivas para identificar procesos junto con métodos de tiempos y movimientos dentro de la planta para determinar si dichos procesos se están realizando de manera eficiente. [5]

Luego de realizar el análisis respectivo de situación y procesos se realizaron hojas de procesos con tiempos y movimientos para identificar los desperdicios de los procesos actuales y determinar si existe o no la posibilidad de aplicar técnicas de simulación para optimizarlos. [6]

Del paso anterior, se simularon los procesos obteniéndose tablas y determinándose los cuellos de botella a atacarse para incrementar la productividad.

Así pues, luego de las etapas de análisis, diseño y ejecución se realizó una evaluación comparativa de los flujos y resultados de la simulación con una validación del modelo con la situación real de la empresa determinando puntos críticos para el éxito de incremento de la productividad.

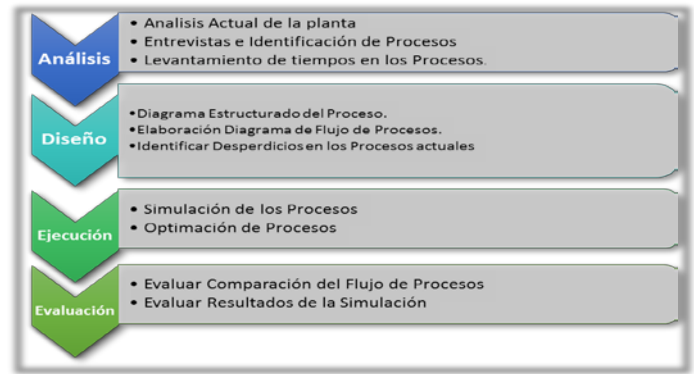


Fig. 3 Metodología Propuesta [6]

La aplicación de modelos de simulación permitió evaluar las diferentes soluciones planteadas, y la elección de la herramienta adecuada dependió del tipo de procesos.

Para la simulación de los procesos futuros de la empresa se utilizó WITNESS® porque nos permitió analizar los desperdicios y proponer varios escenarios de simulación.

Para llevar a cabo una simulación correcta se debe seguir los siguientes pasos:

- Elaborar una lista de residuos y posibles soluciones
- Desarrollar el modelo de oficina y producción

### B. BIZAGI®

Es un Software de Gestión de Procesos de Negocio (del inglés BPM: Business Process Management) que permite realizar diagramas y documentar procesos utilizando el modelo BPMN (Business Process Management Notation).

Dentro de las características más importantes se destacan la simplicidad del modelamiento, ya que no se requiere un amplio conocimiento para realizar diagramas, basta con arrastrar y soltar el elemento sobre el área de trabajo para comenzar a modelar los procesos.

Cuenta con un sistema que permite establecer funciones en los diferentes departamentos en la toma de decisiones parecido al diagrama de flujos, pero con el detalle de separación con las áreas que intervienen en el proceso, con esta herramienta de trabajo muchas grandes empresas han optado por utilizar este servicio que brinda facilidades y un entendimiento correcto en cada paso a seguir [3].

### C. WITNESS®

La herramienta informática que se utilizará en el presente proyecto es Witness horizon 20.0. El software Witness tiene una interfaz gráfica de fácil interpretación, que nos permite ilustrar de mejor forma los procesos de la empresa. Witness nos permite evaluar distintos escenarios mediante decisiones estratégicas que pueden implementarse en la

compañía. Su objetivo es brindar un programa que satisfaga las necesidades de los usuarios los cuales necesitan representar de forma real modelos de negocios que simplifiquen los datos, obteniendo medidas de productividad y fomentando el trabajo en equipo [4].

#### IV. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

##### A. Presentación de la empresa

En el Ecuador empieza sus operaciones en 1991, estableciendo su planta en Quito y debido a la fuerte demanda apertura su segunda planta de producción en el año 1999 en la ciudad de Guayaquil la cual es el objeto de investigación.

##### Misión:

- Creer en Nuestra Gente
- Innovar continuamente el mercado de comida.
- Superar nuestros resultados todos los años.

##### Visión:

“Ser reconocidos como líderes del mercado en cada una de las categorías que participamos”

##### Política de Inocuidad:

“La Planta IFSC se compromete a procesar y distribuir productos Inocuos de Calidad, cumpliendo con normas nacionales e internacionales para satisfacer las expectativas de nuestros clientes”

##### Materia prima utilizada:

El área de elaboración de productos de pollo trabaja básicamente con cuatro tipos de materia prima, esta es de acuerdo al peso y variedad del pollo, la misma que deben cumplir con una serie de características físicas y organolépticas que avalen su grado de calidad e inocuidad que permita la elaboración en dicha área.

TABLA I  
MATERIA PRIMA

TIPO	PESO PROMEDIO(Kg)
Standard 1	1.18 - 1.26
Standard 2	1.26 - 1.32
Standard 3	1.32 - 1.40
Standard 4	1.40 - 1.48

##### B. Situación actual de la empresa

En base a la investigación de campo y levantamiento de información que se ha realizado en la empresa se han identificado ciertas falencias en las actividades tanto en la primera etapa de recepción de la materia prima hasta el almacenamiento en la cámara de despacho de producto terminado, afortunadamente cuentan con registros para cada una de las actividades que realizan, dado que necesitábamos comprobar cada etapa del flujo.

Para determinar el grado en que la empresa está aprovechando estos factores se realizará la matriz y

posteriormente de factores externos y la matriz de factores internos.

Para contrarrestar las amenazas y debilidades en la solución del problema y aprovechar las oportunidades y ventajas que se presenten, es necesario realizar el análisis de los factores externos. [9] En la formulación de estrategias se elaboró un cuadro de trabajo DOFA en el que se identifican ventajas distintivas frente a otras empresas del medio para encontrar su propio lugar en el mercado. [10]

La empresa mantiene un total ponderado mayor al promedio ponderado, lo que indica que está respondiendo bien a las oportunidades y amenazas que se presentan en el entorno.

Para el análisis de la situación actual de la empresa se realizaron entrevistas focalizadas a problemas empresariales con los gerentes y los expertos, determinando las matrices de evaluación empresarial EFE y EFI con las cuales se obtuvieron puntos claves en las estrategias a seguir con respecto a las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la misma. [10]

Los resultados de este análisis se encuentran a continuación en las tablas II, III y IV.

TABLA II  
ANÁLISIS EFE [5]

FACTOR	PESO	CALIFICACION	PROMEDIO PONDERADO
<b>OPORTUNIDADES</b>			
1. Captar nuevos segmentos de mercado, diversificando sus productos.	0,20	4	0,8
2. Alternativas de ampliación del área de producción	0,15	3	0,45
3. Ampliar sus clientes.	0,10	4	0,4
3. Ampliar sus clientes.	0,05	3	0,15
<b>AMENAZAS</b>			
1. Ingreso de nuevos competidores.	0,15	1	0,15
2. Mano de obra a menor costo en el mercado.	0,10	2	0,2
3. Presencia de nuevos competidores alrededor de su establecimiento.	0,05	1	0,05
4. Dificultad para conseguir nuevos proveedores	0,20	2	0,4
<b>TOTAL</b>	<b>1,00</b>		<b>2,6</b>

TABLA III  
ANÁLISIS EFI

FACTOR	PESO	CALIFICACION	PROMEDIO PONDERADO
<b>FORTALEZAS</b>			
1. Posicionamiento en el mercado.	0,15	4	0,60
2. Producto de calidad.	0,10	3	0,30
3. Comunicación efectiva dentro de la empresa.	0,10	3	0,30
4. Solución de problemas oportunos	0,15	4	0,60
<b>DEBILIDADES</b>			
1. Retrasos del proveedor en la entrega de materia prima.	0,15	1	0,15
2. Producción limitada.	0,10	2	0,20
3. Errores del área de despacho.	0,10	1	0,10
4. Demora en contratación de personal	0,15	2	0,30
<b>TOTAL</b>	<b>1,00</b>		<b>2,55</b>

ANÁLISIS DOFA	OPORTUNIDADES		AMENAZAS	
	1.	Captar nuevos segmentos de mercado, diversificando sus productos.	1.	Ingreso de nuevos competidores.
	2.	Alternativas de ampliación del área de producción.	2.	Mano de obra a menor costo en el mercado.
	3.	Ampliar sus clientes.	3.	Presencia de nuevos competidores alrededor de su establecimiento.
	4.	Crecimiento de la empresa.	4.	Dificultad para conseguir nuevos proveedores.
FORTALEZAS	ESTRATEGIAS(FO)	ESTRATEGIAS(FA)		
1.	Mejorar el servicio al cliente.	1.	Publicidad.	
2.	Fortalecer Imagen Empresarial.	2.	Investigar a fondo nuevos y mejores proveedores.	
3.	Realizar actividades y charlas de motivación.	3.	Hacer planificaciones estratégicas para optimizar los procesos.	
4.				
DEBILIDADES	ESTRATEGIAS(DO)	ESTRATEGIAS(DA)		
1.	Conseguir nuevos proveedores.	1.	Mejora en pedido de Materia Prima y Despacho.	
2.	Mantener las certificaciones.	2.	Mejora en proceso de Reclutamiento.	
3.	Capacitar al personal.	3.	Dar mantenimiento a las maquinarias para evitar retrasos.	
4.				

Fig. 4 Análisis DOFA [10]

### C. Identificación de desperdicios

**Distribución de la muestra:** Para Finalmente identificar los desperdicios de la planta como son tecnología, procesos, medio ambiente y cultura. Se realizaron las entrevistas y encuestas a los trabajadores de las diferentes áreas de la planta las cuales nos sirven para analizar los puntos críticos, a continuación, se presentará los resultados obtenidos en el modelo de encuesta realizado [6], [7].

**Aplicación de Encuestas y Resultados:** Las encuestas para el área de producción, que permiten el análisis para detectar los desperdicios en el departamento son las áreas específicas de: recepción, corte e inyección, por esa razón se realiza los análisis pertinentes en el software de SPSS versión 24.0 las cuales muestran a continuación.

TABLA IV  
MUESTRA PARA ENCUESTAS

CARGO	# EMPLEADOS	PORCENTAJE
Recepción	6	24%
Corte	10	40%
Inyección	7	28%
Supervisores	2	8%
Total	25	

TABLA V  
DESPERDICIOS [8] (Hernández & Vizán, 2013)

Tipo de desperdicios	Conclusión	Evidencia
<b>Sobre-producción</b>	No cuentan con tiempos adecuados en cada proceso.	Actualmente la planta no cuenta con estudios con indicadores de tiempo máximo de proceso para abastecer la necesidad de los clientes.
<b>Tiempo de espera</b>	No cuentan con un detalle de los tiempos de espera de cada proceso	La planta no tiene correctamente coordinado los tiempos de Proceso que debe tener cada área para que continúe con el flujo.
<b>Transporte</b>	Cuentan con un adecuado transporte de la materia prima y producto terminado, pero debería aumentar la disponibilidad de esta herramienta.	Tiene un número limitado de herramientas de transporte, para que aumente la productividad debe adquirir más de unidades.
<b>Movimiento</b>	Almacenamiento para que no pierda temperatura la materia prima	Actualmente la planta y según el flujo de trabajo, en cada área debe almacenar en las cámaras los productos en tránsito, pero una alternativa es aumentar la temperatura del ambiente para que los movimientos no sean necesarios.
<b>Inventario</b>	Cuentan con un correcto registro de ingreso a la planta pero no tienen un control con los movimientos dentro de las áreas.	Regularmente en los procesos tienen confusiones por los movimientos de las cámaras sin un aviso previo ya que no cuentan con un encargado directo del almacén.
<b>Procesos</b>	No cuenta con una correcta supervisión en horas específicas de proceso	La planta cuenta con varios supervisores, pero usualmente estos tienden a realizar otras actividades en las oficinas
<b>Defectos</b>	La política de inocuidad y calidad de la planta es fundamental para la identificación de defectos en los productos	Control de calidad de la planta usualmente toma más tiempo de lo necesario en la revisión y aceptación de defectos
<b>Factor humano</b>	Capacitaciones Constantes	Cumplen con la capacitación en las inducciones al ingreso, pero a menos que este cerca una auditoría estos no son capacitados en temas relacionado

### D. Descripción de tareas por área

**Recepción:** La recepción de la materia prima consiste en el proceso de receptor al pollo en la planta, esta es transportada en camiones refrigerados para conservar la frescura del pollo desde San Isidro hasta que llegue a la planta en Guayaquil, las actividades principales en esta primera etapa son las siguientes:

- Descarga de la materia prima trasvasadas en jabas de 20 unidades.
- Ubicación en columnas de siete jabas con sus respectivas etiquetas del lote de faena y recepción.
- Transportación hasta la balanza de piso por medio del coche.
- Toma de pesos.
- Almacenamiento en la cámara de recepción.

Cabe recalcar que si la materia prima esta fuera temperatura de acuerdo al rango de aceptación, esta es retenida hasta que se realice el análisis de salmonella y detectar posibles desviaciones en su calidad. De la misma manera se toma una muestra cada 100 unidades recibidas como medida adicional para detectar el cumplimiento de acuerdo a las características propias de la faena, tales como desgarres, moretones, entre otras.

Posterior a este proceso, se almacena en la cámara de recepción hasta que el encargado del área de corte los tome para el siguiente proceso.

**Corte:** Esta área es fundamental dentro del flujo del proceso, puesto que el tiempo que el producto permanezca en esta área afecta directamente a las demás, en esta etapa la materia prima sufre su transformación como producto en tránsito la principal actividad es cortar el pollo en nueve presas las cuales son las siguientes:

- 2 alas.
- 2 muslos.
- 2 caderas.
- 2 costillas
- 1 pechuga.

Cabe recalcar que cada una de estas presas debe cumplir con parámetros según alineamiento de la administración central de su empresa líder, el personal encargado de realizar estas actividades es capacitado y de acuerdo al tiempo dentro del área que permita su puesta en práctica.

Una vez realizada esta operación las jabas contendrán 180 presas, las mismas que son monitoreadas por defectos en los cortes u otra falencia propia de la actividad, adicional a ello son nuevamente ubicados en filas de 8 jabas para ser procesados de acuerdo al requerimiento del área de inyección.

**Inyección:** El proceso normal de esta área depende de la velocidad que el área que le antecede disponga la materia prima cortada, actualmente cuentan con 3 máquinas inyectoras pero cada una tiene su función específica de acuerdo al producto que se esté procesando, en el caso de las presas especiales C, la maquina utilizada es la inyectora de 180 agujas, esta cuenta con una banda transportadora que permite el movimiento e inyección de la salmuera característico del producto, luego son llevadas a la mesa de acero inoxidable donde se encuentra el personal que cuenta las unidades, las clasifica para ser empacadas en fundas de 18 presas la mismas que se detalla a continuación:

- 4 alas.
- 4 muslos.
- 4 caderas.
- 4 costillas
- 2 pechugas.

Una vez realizada esta actividad son almacenadas en jabas de 10 fundas, de la misma manera ubicadas en filas de 8 jabas para finalmente ser transportadas en coche de acero inoxidable

hasta la respectiva cámara de despacho para su posterior entrega.

**Cámaras de almacenamiento:** Las cámaras de almacenamiento están muy limitadas en lo que concierne a espacios, puesto que como máximo se contara con stock de 3 días de procesos.

*E. Levantamiento de tiempos de procesos*

Para el estudio es importante conocer el tiempo normal de proceso. Sin considerar retrasos que influyen en la producción, es así, que consideramos el análisis de una jornada regular de descarga de la materia prima el cual mostramos el tiempo total en la primera etapa.

TABLA VI  
UNIDAD DE ALMACENAMIENTO

LEVANTAMIENTO Y TOMA DE TIEMPOS DE PROCESOS				
Producto:	Pollo entero		7500	pollos
Presentación	20 und/Jb		385	jabas
Unidad de proceso	7 Jb/Fila		55	Filas

Como primer punto se presenta la unidad de descarga de la materia prima, tenemos que en total en promedio por viaje 7500 pollos, compartidos en 385 jabas de 20 unidades cada una, de la misma manera la unidad de descarga es en filas de 7 jabas cada una, como resultado el total de filas descargadas por viaje es de 55, según muestra el grafico.

El área de recepción encargada de receptor toda la materia prima cuenta con 5 actividades detalladas en el gráfico, de la misma manera muestra el tiempo que se toma en cada una de ellas, para finalmente almacenar una fila de jabas es de 1 minuto 49 segundo aproximadamente esto multiplicado por las 55 filas nos da un total de 1 hora con 40 minutos en descargar el viaje completo de pollo.

TABLA VII  
LEVANTAMIENTO DE TIEMPOS ÁREA-RECEPCIÓN

Área	Tarea		Tiempo 1	Segundos	Tiempo
Recepción	Trasvasado		4	0:00:04	
	Agrupación en Filas		35	0:00:35	0:00:39
	Etiquetado		30	0:00:30	0:01:09
	Pesado		10	0:00:10	0:01:19
	Almacenado		30	0:00:30	0:01:49

1:39:55 Tiempo descarga promedio

Los siguientes procesos son simultáneos, mientras más rápido cuente con materia prima cortada, más rápido será el proceso del área de inyección.

La tabla VIII muestra el tiempo que se toma en cada una de las actividades, según la información levantada una mesa de corte se toma 27 minutos en completar de procesar una fila pollo, el resultado de cortar el viaje de 55 filas tomaría



alrededor de 25 horas de proceso, actualmente se cuenta con 4 mesas, como resultado se trabajaría 6 horas con 14 minutos aproximadamente en completar el viaje de pollo.

Finalmente, en el área de inyección, manteniendo el mismo esquema de estudio y levantamiento de tiempos para cada etapa, está se demora en procesar 7 horas con 7 minutos, ya que debido al proceso de la maquina inyectora toma un poco más de tiempo en la espera que el producto caiga en la mesa de conteo para que las personas encargadas empiecen con la separación y empaque el producto.

Una vez concluida se agrupa en filas para su almacenamiento en la cámara de despacho, con un total aproximado de 8 horas con 47 minutos y 5 segundos, luego de receptor la materia prima en la planta.

TABLA VIII  
LEVANTAMIENTO DE TIEMPOS ÁREA-CORTE

Área	Tarea	Unidad	Tiemp	Segundos	Tiempo
Corte	Transportación	1Fila	10	0:00:1	0:00:10
	Ubicación en Mesa	7 Jabas	10	0:00:1	0:01:20
	Cortado	1 Pollo	11		
	Ubicación en Jaba	1 Pollo	4		
	Agrupación en Filas	7 Jabas	1540	0:25:4	0:27:00
	Almacenado	1Fila	11	0:00:1	0:27:11
			0:03:51	0:00:58	Tiempo por Jaba Procesada
			0:55:05	6:13:46	Tiempo de Produccion Total

TABLA IX  
LEVANTAMIENTO DE TIEMPOS ÁREA-INYECCIÓN

Área	Tarea	Unida	Tiempo1	Segundo	Tiempo
Inyección	Transportación	1Fila	15	0:00:	0:00:15
	Ubicación Maquina	7 Jabas	12	0:00:	0:01:39
	Inyección	1Jaba	10	0:00:	0:02:49
	Corteo	1Funda	20		
	Empacado	1Funda	2		
	Ubicación Jaba	1Funda	2		
	Agrupación Filas	1Jaba	1680	0:28:	0:30:49
	Almacenado	1Fila	15	0:00:	0:31:04
			0:04:24	0:01:06	Tiempo por Jaba Procesada
			4:28:40	7:07:10	Tiempo de Produccion Total

F. Modelado de procesos actuales

El modelado de procesos ayuda a tener una mejor visualización de las actividades que se deben seguir en la planta. Para conocer los procesos actuales que tiene la empresa, se dividió por etapas el proceso de producción y se modeló mediante el programa BIZAGY tanto el flujo de toda

el área de producción, como la específicas que se estudiaran, además se utilizó el programa WITNESS para demostrar los movimientos y actividades del proceso para cada producto que se procesa en la empresa.

En la Fig. 4, se muestra la simulación con los tiempos levantados en la planta para cada una de las actividades que se realizan.

El tiempo total de proceso según Bizagi, es de 8 horas con 48 minutos desde la recepción de la materia prima, el cual cumple con los datos reales de trabajo, que según el levantamiento previo de tiempos en cada una de sus etapas es de 8 horas con 47 minutos y 5 segundos, es decir, su variación es de 59 segundos, apenas, con el real.

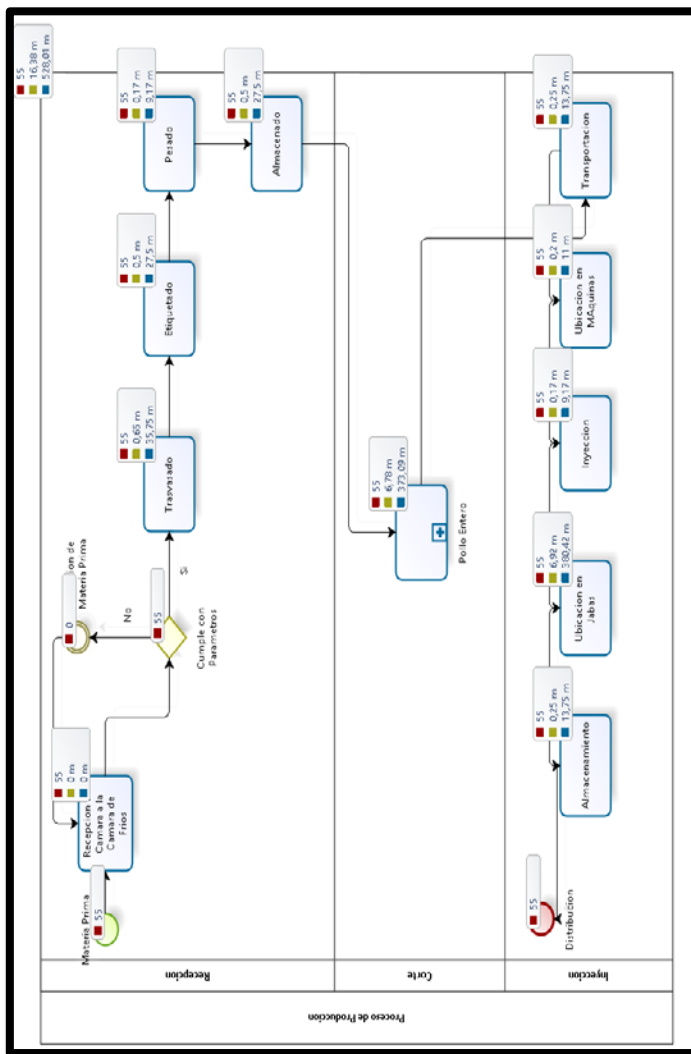


Fig. 4 Simulación de Tiempos

G. Evaluación de Jornadas de Producción

Para conocer el tiempo que afecta este retraso presentamos en la tabla X el detalle de las horas extras por día,

el cual se calculó el promedio diario y este valor es de 1 hora con 34 minutos, si multiplicamos este tiempo por las 25 personas que intervienen en el proceso asciende a 15 horas acumuladas que se deben pagar adicionalmente cuando existen retrasos en la recepción y envío de la materia prima.

TABLA X  
JORNADAS DIARIAS

SITIO	FECHA	HORAS TRABAJAS	HORAS REGULARES	DIFERENCIA
PGYE	15/07/2016	9:55	8:00	1:55
PGYE	18/07/2016	8:40	8:00	0:40
PGYE	19/07/2016	8:00	8:00	0:00
PGYE	20/07/2016	7:50	8:00	-
PGYE	21/07/2016	9:10	8:00	1:10
PGYE	22/07/2016	8:30	8:00	0:30
PGYE	23/07/2016	6:30	8:00	-
PGYE	25/07/2016	7:30	8:00	-
PGYE	26/07/2016	5:30	8:00	-
PGYE	27/07/2016	8:35	8:00	0:35
PGYE	28/07/2016	9:45	8:00	1:45
PGYE	29/07/2016	9:30	8:00	1:30
PGYE	30/07/2016	6:30	8:00	-
PGYE	01/08/2016	11:50	8:00	3:50
PGYE	02/08/2016	8:00	8:00	0:00
PGYE	03/08/2016	8:10	8:00	0:10
PGYE	04/08/2016	10:00	8:00	2:00
PGYE	05/08/2016	9:00	8:00	1:00
PGYE	06/08/2016	6:30	8:00	-
PGYE	08/08/2016	11:30	8:00	3:30
PGYE	09/08/2016	9:00	8:00	1:00
PGYE	10/08/2016	7:40	8:00	-
PGYE	11/08/2016	11:30	8:00	3:30
PGYE	12/08/2016	10:50	8:00	2:50
PGYE	15/08/2016	10:30	8:00	2:30

Jornadas Extendidas	18
Promedio en Horas	1:34
Trabajadores	25

Para medir el impacto que ocasiona el retraso de la jornada de producción, a continuación, se muestra los datos del último mes de recepción de materia prima y de producción de acuerdo a la hora de llegada.

TABLA XI  
HORAS DE RECEPCIÓN Y PRODUCCIÓN

Fecha	Recepción MP						Producción			
	Inicio	Fin	Tiempo Total	Inicio	Fin	Tiempo Total	Cantidad	Producción Total	Hora de Inicio	Fin
15/07/2016	8:50	10:25	1:35	13:55	15:15	1:20	375	480	8:30	18:25
18/07/2016	9:15	10:40	1:25					363	8:30	17:10
19/07/2016	9:15	10:50	1:35	15:15	16:40	1:25	385	347	8:30	16:30
20/07/2016	9:00	10:25	1:25	14:10	15:50	1:40	379	368	8:30	16:20
21/07/2016	8:55	10:30	1:35	14:15	15:35	1:20	375	424	8:30	17:40
22/07/2016	9:05	10:25	1:20	14:30	16:00	1:30	160	402	8:30	17:00
23/07/2016	9:40	11:15	1:35					322	8:30	15:00
25/07/2016	7:00	8:15	1:15	13:00	14:50	1:50	377	348	8:30	16:00
26/07/2016	8:40	10:10	1:30	14:00	15:15	1:15	376	237	8:30	14:00
27/07/2016	8:50	10:30	1:40	15:00	16:15	1:15	376	389	8:30	17:05
28/07/2016	10:50	12:20	1:30	16:05	17:20	1:15	375	458	8:30	18:15
29/07/2016	11:30	12:35	1:05					453	8:30	18:00
30/07/2016	8:00	11:05	3:05					284	8:30	15:00
01/08/2016	12:10	13:20	1:10					480	8:30	20:20
02/08/2016	8:00	10:05	2:05	13:40	15:25	1:45	375	379	8:30	16:30
03/08/2016	11:05	13:00	1:55	16:50	17:55	1:05	381	392	8:30	16:40
04/08/2016	12:00	13:15	1:15	16:50	18:25	1:35	375	463	8:30	18:30
05/08/2016	11:45	13:10	1:25	16:35	17:50	1:15	378	396	8:30	17:30
06/08/2016	9:15	11:05	1:50					280	8:30	15:00
08/08/2016	12:50	13:50	1:00	17:15	18:25	1:10	375	347	8:30	20:00
09/08/2016	9:05	10:30	1:25	13:30	15:05	1:35	375	435	8:30	17:30
10/08/2016	8:50	10:20	1:30	15:00	16:30	1:30	440	361	8:30	16:10
11/08/2016	11:50	13:20	1:30	16:30	18:15	1:45	440	535	8:30	20:00
12/08/2016	11:40	13:20	1:40	16:50	18:25	1:35	324	528	8:30	19:20
15/08/2016	13:25	15:00	1:35					249	8:30	19:00

#### H. Propuesta de optimización a través de Bizagi

Con la modelación del proceso actual en el programa de Bizagi se logró apreciar que los datos obtenidos en el levantamiento de tiempos promedios fueron los correctos, ya que la diferencia entre el modelo y el flujo real del proceso de producción fue de 1 minuto, de esta manera nos da la confianza de proponer escenarios en el cual optimice la jornada de producción.

##### Escenario 1: Recepción de Materia Prima

La primera propuesta, como medida de reducción de jornadas fuera de horarios regulares es el planteamiento al proveedor de materia prima que cumpla con los cronogramas de envíos, así como las horas propuestas para cada día, como se demostró en la modelación de Bizagi que el tiempo total de procesos es de 8 horas con 40 minutos independientemente de la hora que envíen la materia prima para los procesos.

Si cumplen con la recepción a la hora prevista 8:00 Am, con todo el tiempo de producción se finalizaría aproximadamente a las 16:30 Pm completando la planificación

a la hora que es, y no incurre en altos rubros por cancelación de horas extras.

### Escenario 2: Flujo Continuo

De acuerdo al flujo normal de trabajo la materia prima debe permanecer en la cámara de recepción una vez que ha sido descargado del camión, de la misma manera cuando sufre su transformación en el área de corte debe ser almacenada en la cámara de fríos, considerando que la jornada laboral en el ecuador es de 8 horas al día, completando 40 horas a la semana sin tener que cancelar horas extras a los empleados, pero si se implementa esta propuesta en la planta de IFSC con el modelo de trabajo siguiente este a mas que cumpliría con la planificación saldrían en 8 horas 1 minuto.

1. Eliminación del transporte hacia la cámara de fríos desde el pesado de la materia prima, con esto se propone enviarlos directamente al proceso de producción en corte para que sea procesado inmediatamente.
2. Eliminación del almacenamiento una vez realizado el corte, según el flujo esta debe ser guardado para que no pierda su temperatura, la propuesta es transportarlos directamente hacia el área de inyección para que sean procesados y ajustando el ambiente controlado de las áreas, puesto que el personal cuenta con calentadores, abrigos y polainas para protección en el ambiente frio.
3. Transportación de la materia prima corta desde la cámara de frio, se pretende que los envíos sean directos hacia las áreas.
4. Finalmente, la adquisición de 2 nuevos coches de transportación de materia prima con ello, se reduce el tiempo de almacenamiento cuando se tenga lista más de filas de productos terminados.

#### I. Presentación de propuesta en Witness

Como punto de partida se tomaron los resultados obtenidos en la modelación del Bizagi, para este caso la presentación de la propuesta de mejoras de tiempos y reducción de jornadas fuera de horario, se establece las actividades que deben ser eliminadas ya que el desperdicio tiempos y demoras se debe a que están son repetidas y la misma actividad debe ser realizada por los líderes de área, es así como en la figura 6 se establece el flujo de producción continuo.

En él se muestra los movimientos generados a partir de omitir los almacenamientos en las diferentes cámaras, sino conservar en la misma área para su posterior proceso, de acuerdo al programa el tiempo desde la recepción hasta su almacenamiento en la cámara de despacho tomara 6 horas y 4 minutos en realizar el proceso normal. Finalmente, ambas

modelaciones nos demuestran el aumento de productividad y por qué debe realizarse un replanteamiento en su esquema de producción, ya que según los resultados depende mucho del tiempo que el proveedor envíe los pedidos.

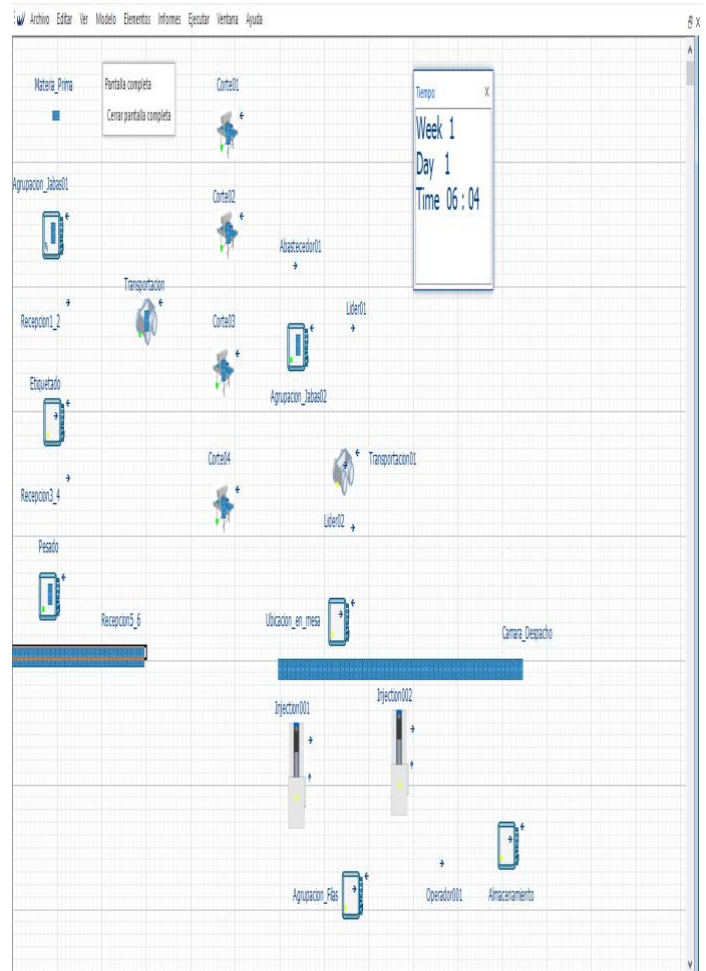


Fig. 6 Simulación usando Witness

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presenta la propuesta de eliminar la etapa del almacenamiento en cada área al finalizar temporalmente su proceso, con ello se lograría completar la producción en 6 horas con 4 minutos de acuerdo a los resultados mostrado en Witness.

La producción diaria actualmente es de 8 horas 47 minutos, aplicando la propuesta se optimizará el tiempo en 29%.

Con la muestra de 25 días Trabajados 18 días se finaliza la producción fuera de horarios establecidos de 8 horas, es decir, el 72% de los días de producción se cumple con horas extras,



con la propuesta este índice se reduciría al 5% con solo 5 días dentro del mes.

Una variable que afecta a la propuesta es la dotación de personal, si no se cuenta con el 100% de la dotación aumentaría el índice de horas extras. Si demora de horas de producción y sobrecargo en horas extras se debe al mal manejo del cronograma del proveedor. Si la planta cuenta con un flujo de proceso ordenado en cada una de sus etapas, esto influye en sobre cargo de tiempos.

#### REFERENCIAS

- [1] Victoria, J. (2008). *Análisis Estratégico de la Empresa*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- [2] Niebel, B. (1993). *Motion and Time Study*. Boston: IRWIN.
- [3] Ricondo, I. (16 de Mayo de 2013). *Interempresas*. Obtenido de <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/109390-La-simulacion-como-herramienta-de-valor-en-entornos-de-produccion-ajustada.html>
- [4] Sánchez, J. (Febrero de 2016). *UVaDOC*. Obtenido de Repositorio Documental de la Universidad de Valladolid: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/16747/1/TFG-I-344.pdf>
- [5] Pérez, O. (2011). *Análisis de la Industria: La Matriz de Evaluación de Factores EFE y EFI*. Obtenido de <http://www.wobook.com/WBjY5FT1Sy78/Collection-1/EFE-%20EFI-FODA.html>
- [6] González, V. (Abril de 2014). *Worcester Polytechnic Institute*. Obtenido de <https://web.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-040814-010340/unrestricted/gonzalezjaramillo.pdf>
- [7] Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México D. F.: McGraw-Hill.
- [8] Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing: Conceptos, técnicas, e implantación*. Madrid: Fundación EOI.
- [9] Hitt, M., Administración. (2006), Mexico: Prentice Hall.
- [10] Serna, H. (1994) *Planeación y Gestión Estratégica*. Bogotá: Editorial LEGIS.



Inyección



Ingreso - Recepción



Corte