

TRABAJO APLICADO
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE BALANCEO DE LÍNEA EN “PLASTICOS SOL”

INGRID FLAUTERO LUNA
DIANA JULY ESPERANZA TORO HERNANDEZ

Trabajo elaborado para optar al título de
Especialista en Logística y Gestión de la Cadena de Abastecimiento

Asesor
ANDRES ZAMUDIO CASTRO
Ingeniero Industrial

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESPECIALIZACIÓN EN LOGÍSTICA Y GESTIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO
BOGOTÁ, D.C.
2014

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
1. PLASTICOS SOL	5
1.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	5
1.2. MISIÓN	6
1.3. VISIÓN	6
1.4. INSTALACIONES.....	6
1.5. PRODUCTO	7
1.6. MERCADO, PROVEEDORES Y CLIENTES.....	7
1.7. SISTEMA PRODUCTIVO	7
2. PROBLEMÁTICA.....	9
2.1. OBJETIVOS.....	9
2.1.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
2.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	9
2.2. PROPUESTA.....	9
3. DESARROLLO METODOLOGICO.....	11
3.1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN	11
3.1.1. ENTIDAD	11
3.1.2. RECURSOS.....	11
3.1.3. ATRIBUTOS	12
3.1.4. PARAMETROS DE LAS REPLICAS	12
3.1.4.1. Situación Actual.....	12
3.1.4.2. Situaciones Propuestas	12
3.2. RESULTADOS	14
3.3. PROYECCIÓN FLUJO DE CAJA	17
4. CONCLUSIONES	19
4.1. SITUACIÓN ACTUAL.....	19
4.2. SITUACIONES PROPUESTAS	19
5. RECOMENDACIONES	21

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura Organizacional.....	5
Figura 2. Fachada Planta.....	6
Figura 3. Planta de Producción.....	6
Figura 4. Almacén Materia Prima.....	6
Figura 5. Diagrama de Flujo del Proceso.....	8
Figura 6. Modelo de la Maquina Propuesta.....	10
Figura 7. Modelo de Simulación en ARENA.....	13
Figura 8. Utilización de los Recursos (Actual).....	16
Figura 9. Utilización de los Recursos (Propuesta).....	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tiempos de Proceso.....	11
Tabla 2. Cuadro Comparativo de Resultados.....	14
Tabla 3. Cuadro Comparativo de Resultados (Diarios o por Lote).....	15
Tabla 4. Flujo de Caja Proyectado (Situación Actual).....	17
Tabla 5. Flujo de Caja Proyectado (Propuesta).....	18

INTRODUCCIÓN

El reciclaje de plásticos está siendo tratado y analizado en muchos escenarios tanto nacionales como internacionales, con todas sus implicaciones, partiendo desde la preservación del medio ambiente y resaltando la responsabilidad de la industria y en especial de las industrias en la alta contaminación ambiental. Con esto, se busca que las industrias asuman su responsabilidad aplicando buenas prácticas productivas y ambientales, adecuando e innovando métodos de reciclaje y buscando nuevas opciones para aprovechar los desechos plásticos o hacer una buena disposición de los mismos. PLÁSTICOS SOL contribuye de manera activa en esta labor mediante la transformación de desechos plásticos.

1. PLASTICOS SOL

PLÁSTICOS SOL. Fue creada en el año de 1998 con capital privado. Desde entonces se dedican a la recuperación industrial de desperdicios plásticos post-industriales y post-consumo. Estos materiales en una gran proporción resultan en basureros y rellenos sanitarios generando un alto impacto ambiental; PLÁSTICOS SOL contribuye en la tarea de disminuir dicho impacto y retornar al proceso productivo materiales que ya fue tomado de los recursos naturales.

1.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

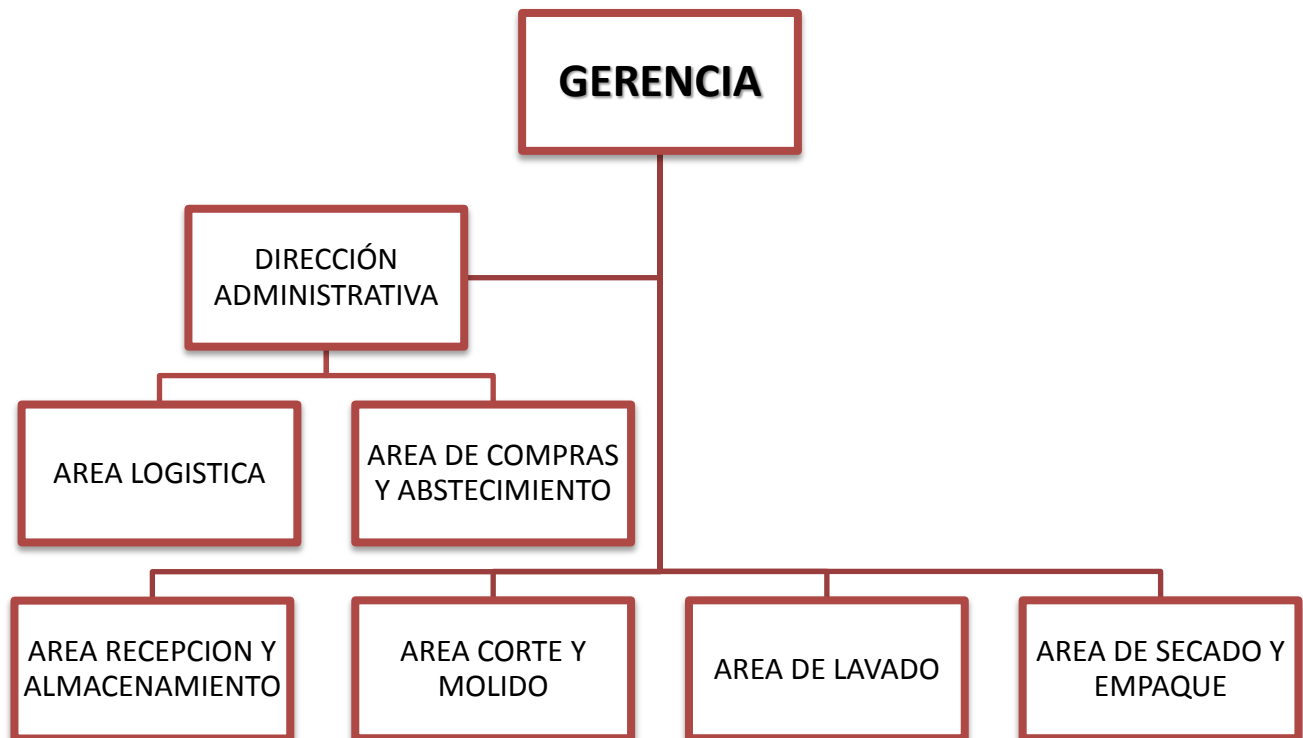


Figura 1. Estructura Organizacional
Fuente: Plástico Sol

1.2. MISIÓN

Somos una MIPYME vinculada al sector de la industria transformadora de plásticos, brindamos a nuestros clientes una adecuada y oportuna atención, ofreciendo productos de alta calidad y precios competitivos, mediante la tercerización de servicios tales como: recolección, lavado, molido y extrusión de desperdicios plásticos; así mismo, la producción de pellets o suministro de resinas recuperadas. Trabajamos permanentemente para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, quienes centralmente son: MIPYMES Y PYMES del sector y empresas de la siguiente etapa de la cadena de transformación de plásticos. Con la recuperación de materiales plásticos para ser reincorporados al ciclo productivo, contribuimos de manera activa, como uno de los eslabones en la mejora y conservación de nuestro ambiente.

1.3. VISIÓN

Consolidarnos en los próximos cinco años como una de las MIPYMES de Bogotá, ambientalmente sostenible, líder en reciclaje y producción de materias primas plásticas, dada nuestra excelente calidad, volumen de producción, servicio, infraestructura, tecnología e imagen corporativa.

1.4. INSTALACIONES

Infraestructura: (recursos): la planta física se compone de 4 bodegas circunvecinas una de otra, ubicada en la zona de Kennedy en el barrió patio bonito. Las zonas de entrada (vías) están en mal estado pues no están pavimentadas, esto hace que los vehículos de la empresa se deterioren y se aumente el tiempo de entrada y salida de los mismos.



Figura 2. Fachada Planta
Fuente: Las autoras



Figura 3. Planta de Producción
Fuente: Las autoras

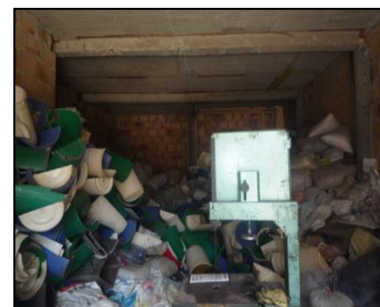


Figura 4. Almacén Materia Prima
Fuente: Las autoras

1.5. PRODUCTO

En PLÁSTICOS SOL se procesan varios tipos de plásticos, se clasifican según propiedades y norma técnica de estos, el producto más comercializado es el Polipropileno (Negro), material que será utilizado como referencia para el análisis de la línea.

☉ PP Polipropileno Negro

1.6. MERCADO, PROVEEDORES Y CLIENTES

El abastecimiento de materia prima se hace mediante dos recursos, primero: por medio de una cita previa con comercializadores de plástico reciclado sin lavar y segunda: por negociaciones directas “sin previo aviso”.

Clientes y servicio: En PLÁSTICOS SOL hay dos tipos de clientes, comercializadores de resinas plásticas y transformadores de estas para post proceso realiza mediante el servicio de reciclaje o el producto terminado. Los tiempos de entrega se manejan con el cliente generalmente esta en intervalos de inmediato y días.

1.7. SISTEMA PRODUCTIVO

El sistema productivo de PLÁSTICOS SOL, está compuesto por tres grandes procesos recepción del material, acopio de material y proceso de transformación.

La recepción de material es el proceso inicial del sistema productivo, el acopio de material se realiza una vez el material es clasificado antes de comenzar el proceso de transformación y una vez termina este proceso. El proceso de transformación está confirmado en las siguientes actividades: Corte del material que llega en dimensiones que no se pueden moler por su tamaño, el molido convierte el material en dimensiones de 10X10X0.4-0.5mm.

El lavado consiste en incorporar el material en una máquina de lavado, donde con aditivos se hace el proceso de limpieza del material; una vez terminado este paso se traslada el material a un proceso de centrifugado y secado, para terminar empacando el material.

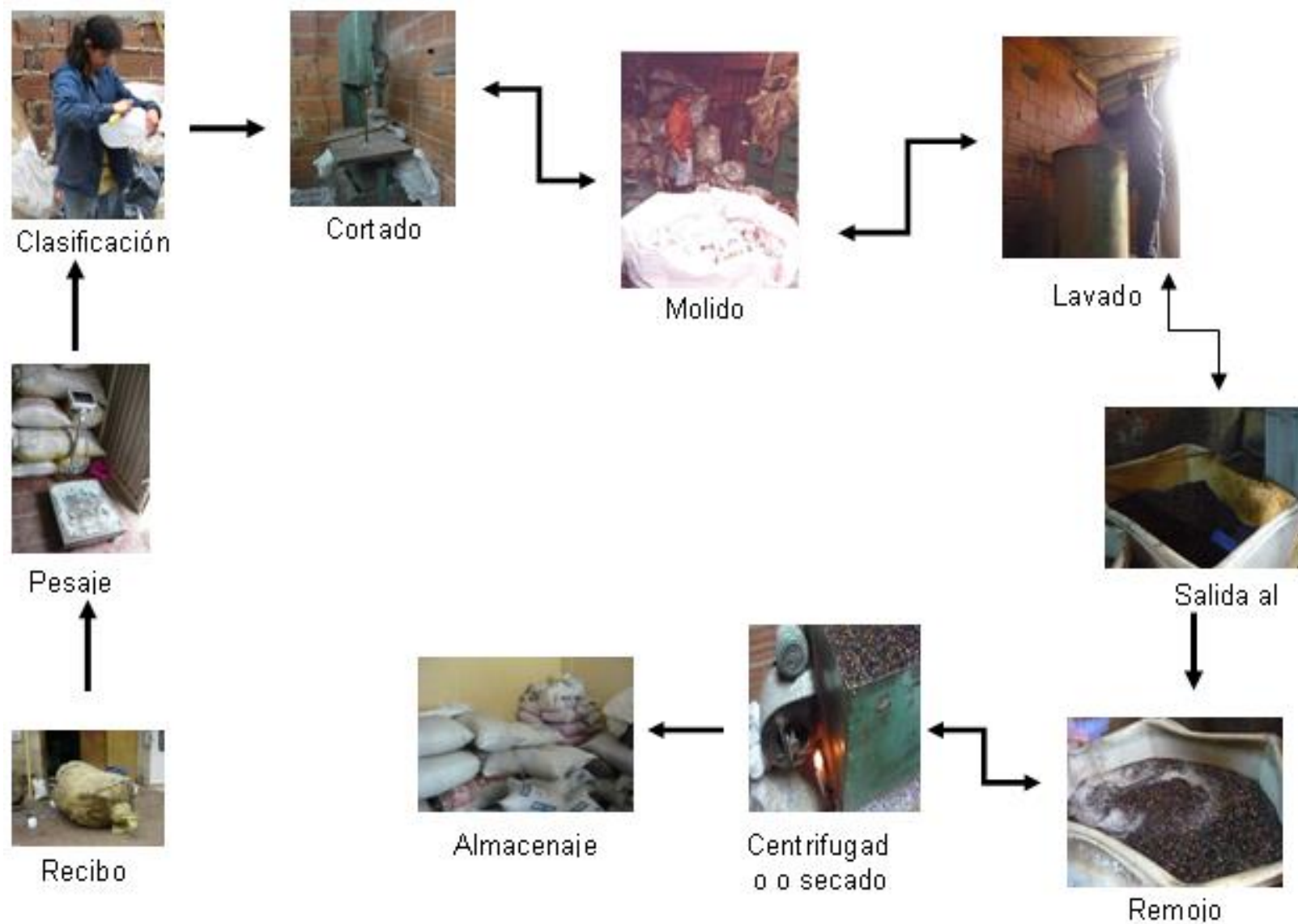


Figura 5. Diagrama de Flujo del Proceso
Fuente: Las autoras

2. PROBLEMÁTICA

A través del análisis del sistema productivo de PLÁSTICOS SOL, se detecta un cuello de botella entre el proceso centrifugado y secado, generando una cola de material antes de este proceso, lo que conlleva a almacenar producto en proceso y aumentar tiempo en traslado del material por no contar con un sistema ágil en la última fase del sistema productivo.

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer un sistema para el mejoramiento de balanceo de línea en el proceso productivo en PLÁSTICOS SOL.

2.1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar el estado actual del proceso productivo por medio de la técnica de simulación.
- Plantear la alternativa que permita mejorar los tiempos de producción, partiendo de los resultados del estado actual.
- Determinar el retorno de la inversión con la alternativa propuesta.

2.2. PROPUESTA

La propuesta contemplada para solucionar el cuello de botella es implantar una nueva máquina que integra dos actividades en un solo proceso (centrifugado y secado) y transportaría el material que sale del proceso de lavado por medio de una banda transportadora, permitiendo el mejoramiento de la línea de producción y aumentando la producción y rentabilidad para PLÁSTICOS SOL.

Modelo de la máquina para hacer el rediseño del proceso actual

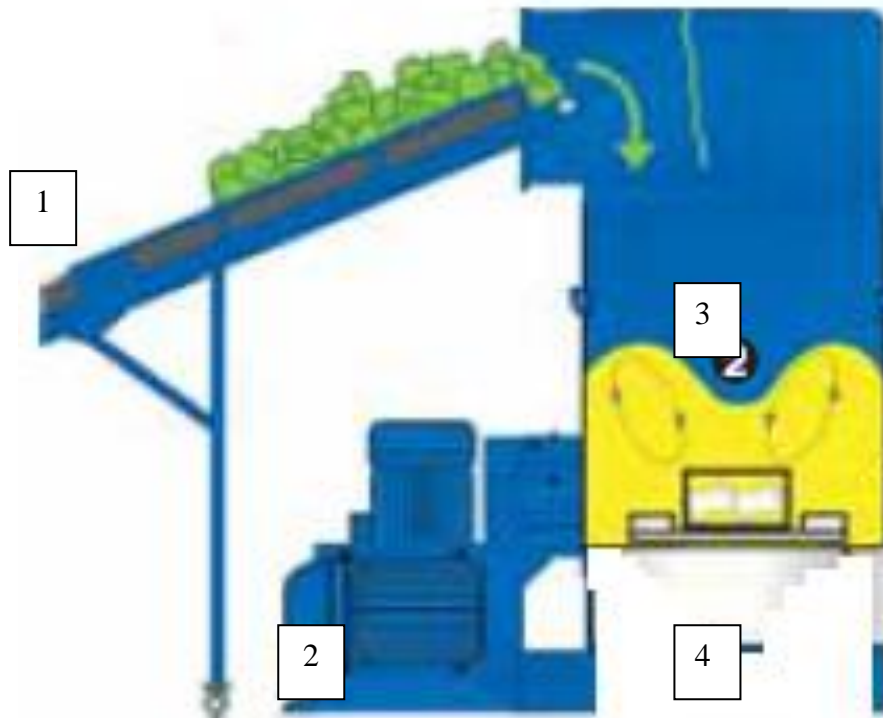


Figura 6. Modelo de la Máquina Propuesta
Fuente: Plásticos Sol

1. **Banda transportadora:** aquí el material es transportado desde la lavadora y este cae a la secadora que es el tanque azul y amarillo, en la parte amarilla está el chorro de aire caliente que seca el material.
2. **Motor:** Aquí hay un sistema de chorro de aire y calor por fuego a gas que entra al compartimento amarillo del tanque.
3. **Tanque:** aquí es el depósito del plástico para ser secado y tiene una compuerta que se abre para el depósito en los costales en la parte de abajo. La idea es que dicha compuerta lleve un mecanismo electrónico contador.
4. **Empaque:** aquí el material es empacado de forma automática por acción de la gravedad y del sistema de abertura de la compuerta del tanque, en los costales de almacenamiento.

3. DESARROLLO METODOLOGICO

Inicialmente se realiza la toma de los tiempos de cada proceso para ser simulados en el programa ARENA, utilizando la técnica matemática para describir el comportamiento actual e identificar claramente el cuello de botella en el proceso de secado y centrifugado, siendo una limitación dentro del sistema.

Se realiza también por medio de simulación el diseño de un modelo con los tiempos de la máquina propuesta. A continuación se exponen los tiempos manejados vs. los tiempos propuestos:

Tabla 1. Tiempos de Proceso

TIEMPOS POR PROCESO / MIN.		
PROCESO	ACTUAL	PROPUESTO
CORTADO	45	45
MOLIDO	45	45
LAVADO	55	45
SECADO	115	45

Fuente: Las autoras

3.1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

Una vez obtenidos los tiempos, se identifican los elementos del modelo a simular:

3.1.1. ENTIDAD

Lote de plástico de Polipropileno (cada lote está compuesto por 200 Kg de plástico).

3.1.2. RECURSOS

Operarios: La empresa cuenta con cuatro (4) operarios en el proceso productivo a estudiar:

- Un (1) Operario de Cortado
- Un (1) Operario de Molido
- Un (1) Operario de Lavado
- Un (1) Operario de Centrifugado, Secado y Empaque

Maquinas: La empresa cuenta con cinco (5) máquinas:

- Una (1) Cortado
- Un (1) Molido
- Una (1) Lavado
- Una (1) Centrifugadora
- Una (1) Secadora

3.1.3. ATRIBUTOS

Se determinó un atributo que busca asignar el proceso al que debe ir cada lote de acuerdo al tamaño promedio de las piezas de plástico:

Corte: identificado con el número 1 y con una probabilidad del 70%

Molido: identificado con el número 2 y con una probabilidad del 30%

El modelo se correrá con los mismos parámetros tanto para la situación actual como para las propuestas:

3.1.4. PARAMETROS DE LAS REPLICAS

Numero de Replicas: treinta (30)

Longitud de las réplicas: Veintidós (22) días

Horas por día: ocho (8) horas

Unidad de Tiempo Base: Minutos

De acuerdo a los tiempos tomados definimos los siguientes parámetros para cada modelo:

3.1.4.1. Situación Actual

Por políticas de la empresa el tiempo entre arribos o entre entidades (lotes) actual es constante y es de 60 minutos.

Calculando con esto los arribos máximos de la entidad:

$$8 \text{ lotes/día} * 22 \text{ días} = 176 \text{ lotes/mes}$$

3.1.4.2. Situaciones Propuestas

Basándonos en los tiempos de producción propuestos determinamos que el tiempo entre llegadas del modelo propuesto es constante y de 45 minutos. Se realizaron cuatro (4) corridas distintas del modelo propuesto variando la cantidad máxima de entidades (lotes) que entran al sistema para poder determinar cuál de ellas es la más conveniente para la empresa.

Propuesta 1: máximo 225 arribos

Propuesta 2: máximo 235 arribos

Propuesta 3: máximo 245 arribos

Propuesta 4: arribos infinitos

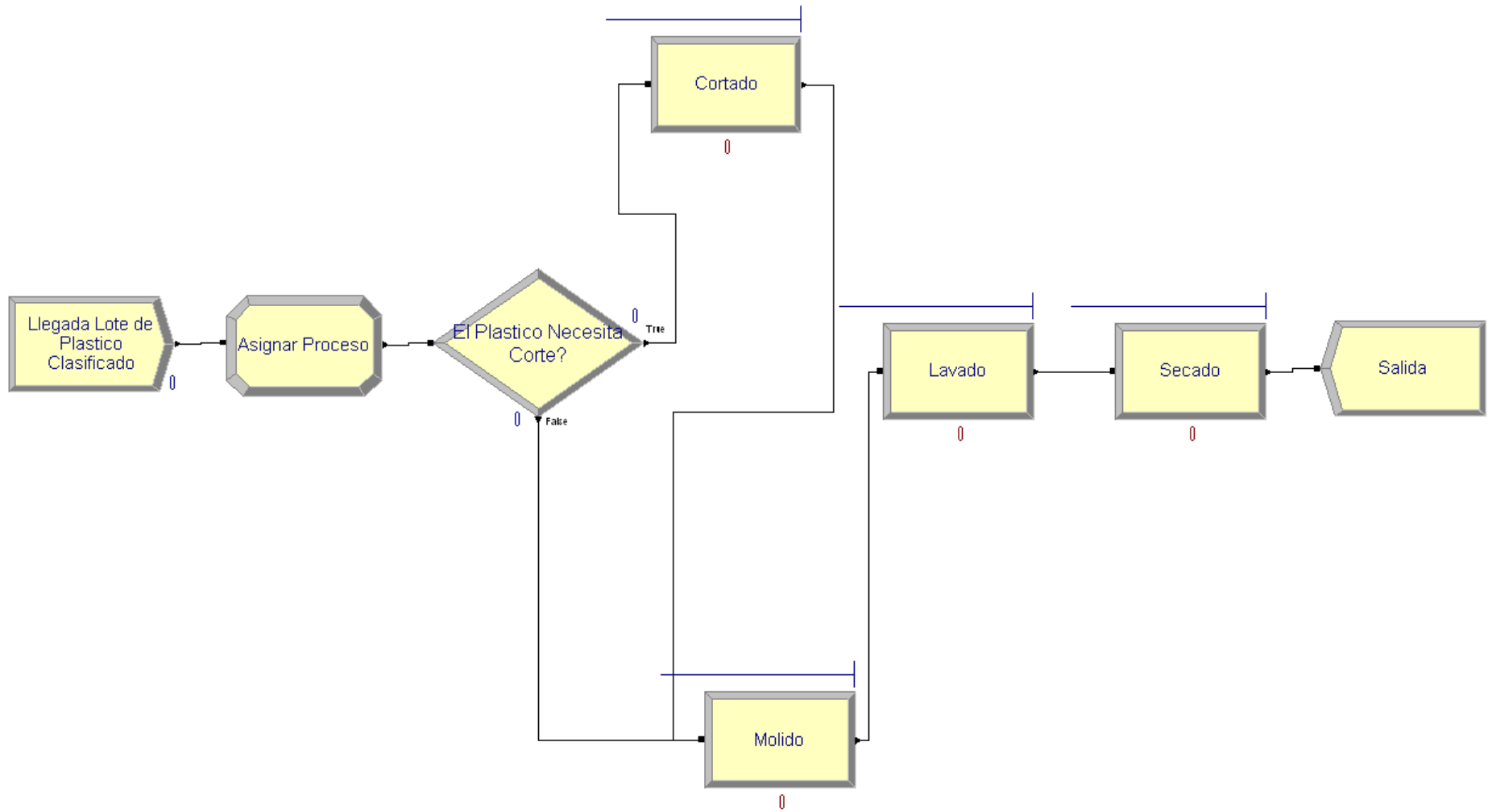


Figura 7. Modelo de Simulación en ARENA
Fuente: Las autoras

3.2. RESULTADOS

Realizada la simulación en el programa ARENA, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2. Cuadro Comparativo de Resultados

	ITEM	ACTUAL (176)	PROPUESTA (225)	PROPUESTA (235)	PROPUESTA (245)	PROPUESTA (INF)
ENTIDAD	Tiempo Promedio VA	203,74 ± 6,02	121,41 ± 2,05	121,48 ± 2,02	121,48 ± 2,02	121,48 ± 2,02
	Tiempo Promedio NVA	44,47 ± 1,93	45,21 ± 1,15	45,32 ± 1,15	45,32 ± 1,15	45,32 ± 1,15
	Tiempo Promedio de Espera	2.579,28 ± 160,92	894,04 ± 80,92	893,58 ± 79,61	893,58 ± 79,61	893,58 ± 79,61
	Tiempo Promedio Total	2.827,49 ± 163,78	1.060,66 ± 82,69	1.060,37 ± 81,41	1.060,37 ± 81,41	1.060,37 ± 81,41
	Cant. de Lotes Promedio que Entraron	172,17 ± 2,31	225	235	235	235
	Cant de Lotes Promedio que Salieron	88,93 ± 3,76	201,20 ± 4,30	200,80 ± 4,29	200,80 ± 4,29	200,80 ± 4,29
	Cant. de Lotes Promedio en Proceso	46,66 ± 2,96	22,53 ± 1,73	22,76 ± 1,73	22,76 ± 1,73	22,76 ± 1,73
COLA	Tiempo Promedio en Espera					
	Cortado.	46,98 ± 8,76	50,34 ± 10,58	50,47 ± 10,33	50,47 ± 10,33	50,47 ± 10,33
	Molido.	110,87 ± 16,91	342,55 ± 73,51	340,42 ± 72,96	340,42 ± 72,96	340,42 ± 72,96
	Lavado.	376,28 ± 98,81	315,48 ± 61,55	315,09 ± 61,18	315,09 ± 61,18	315,09 ± 61,18
	Secado.	2.186,76 ± 153,86	221,68 ± 32,33	221,46 ± 32,60	221,46 ± 32,60	221,46 ± 32,60
	Num. de Lotes Promedio en Espera					
	Cortado.	0,55 ± 0,11	0,76 ± 0,17	0,81 ± 0,17	0,81 ± 0,17	0,81 ± 0,17
	Molido.	1,82 ± 0,29	7,40 ± 1,58	7,50 ± 1,57	7,50 ± 1,57	7,50 ± 1,57
	Lavado.	6,22 ± 1,66	6,60 ± 1,31	6,65 ± 1,32	6,65 ± 1,32	6,65 ± 1,32
	Secado.	34,99 ± 2,61	4,41 ± 0,64	4,41 ± 0,65	4,41 ± 0,65	4,41 ± 0,65
RECURSOS OPERARIOS	% Promedio de Utilización					
	Operario Cortado	50,67% ± 2%	66,86% ± 3%	69,52% ± 3%	69,52% ± 3%	69,52% ± 3%
	Operario Molido	71,78% ± 2%	93,85% ± 1%	94,35% ± 1%	94,35% ± 1%	94,35% ± 1%
	Operario Lavado	87,58% ± 2%	88,85% ± 2%	89,08% ± 2%	89,08% ± 2%	89,08% ± 2%
	Operario Secado	97,34% ± 1%	85,90% ± 2%	85,80% ± 2%	85,80% ± 2%	85,80% ± 2%
	Num. de Lotes Promedio Procesados					
	Operario Cortado	121,30 ± 2,74	159,13 ± 2,42	164,93 ± 2,48	164,93 ± 2,48	164,93 ± 2,48
	Operario Molido	170,87 ± 2,55	219,80 ± 2,60	222,07 ± 3,15	222,07 ± 3,15	222,07 ± 3,15
	Operario Lavado	163,90 ± 3,02	209,73 ± 3,05	209,77 ± 3,53	209,77 ± 3,53	209,77 ± 3,53
	Operario Secado	89,93 ± 3,76	202,10 ± 4,28	201,70 ± 4,26	201,70 ± 4,26	201,70 ± 4,26

RECURSOS MAQUINAS	% Promedio de Utilización					
	Cortadora	50,67% ± 2%	66,86% ± 3%	69,52% ± 3%	69,52% ± 3%	69,52% ± 3%
	Molino	71,78% ± 2%	93,85% ± 1%	94,35% ± 1%	94,35% ± 1%	94,35% ± 1%
	Lavadora	87,58% ± 2%	88,85% ± 2%	89,08% ± 2%	89,08% ± 2%	89,08% ± 2%
	Centrifugadora	97,34% ± 1%	85,90% ± 2%	85,80% ± 2%	85,80% ± 2%	85,80% ± 2%
	Secadora	97,34% ± 1%				
	Num. de Lotes Promedio Procesados					
	Cortadora	121,30 ± 2,74	159,13 ± 2,42	164,93 ± 2,48	164,93 ± 2,48	164,93 ± 2,48
	Molino	170,87 ± 2,55	219,80 ± 2,60	222,07 ± 3,15	222,07 ± 3,15	222,07 ± 3,15
	Lavadora	163,90 ± 3,02	209,73 ± 3,05	209,77 ± 3,53	209,77 ± 3,53	209,77 ± 3,53
	Centrifugadora	89,93 ± 3,76	202,10 ± 4,28	201,70 ± 4,26	201,70 ± 4,26	201,70 ± 4,26
	Secadora	89,93 ± 3,76				

Fuente: Las autoras

Tabla 3. Cuadro Comparativo de Resultados (Diarios o por Lote)

	ITEM	ACTUAL (176)	PROPUESTA (225)	PROPUESTA (235)	PROPUESTA (245)	PROPUESTA (INF)
ENTIDAD	Tiempo Promedio de Espera por Lote	29,002	4,444	4,450	4,450	4,450
	Tiempo Promedio Total por Lote	31,793	5,272	5,281	5,281	5,281
	Cant. de Lotes Promedio que Entraron por Día	7,826	10,227	10,682	10,682	10,682
	Cant. de Lotes Promedio que Salieron por Día	4,042	9,145	9,127	9,127	9,127
	Cant. de Lotes Promedio en Proceso por Día	2,121	1,024	1,035	1,035	1,035
COLA	Tiempo Promedio en Espera por Lote					
	Cortado.	0,528	0,250	0,251	0,251	0,251
	Molido.	1,247	1,703	1,695	1,695	1,695
	Lavado.	4,231	1,568	1,569	1,569	1,569
	Secado.	24,589	1,102	1,103	1,103	1,103
	Cant. de Lotes Promedio en Espera por Día					
	Cortado.	0,025	0,035	0,037	0,037	0,037
	Molido.	0,083	0,336	0,341	0,341	0,341
	Lavado.	0,283	0,300	0,302	0,302	0,302
	Secado.	1,591	0,200	0,200	0,200	0,200

Fuente: Las autoras

A continuación presentamos graficas de utilización de los recursos:

Situación Actual

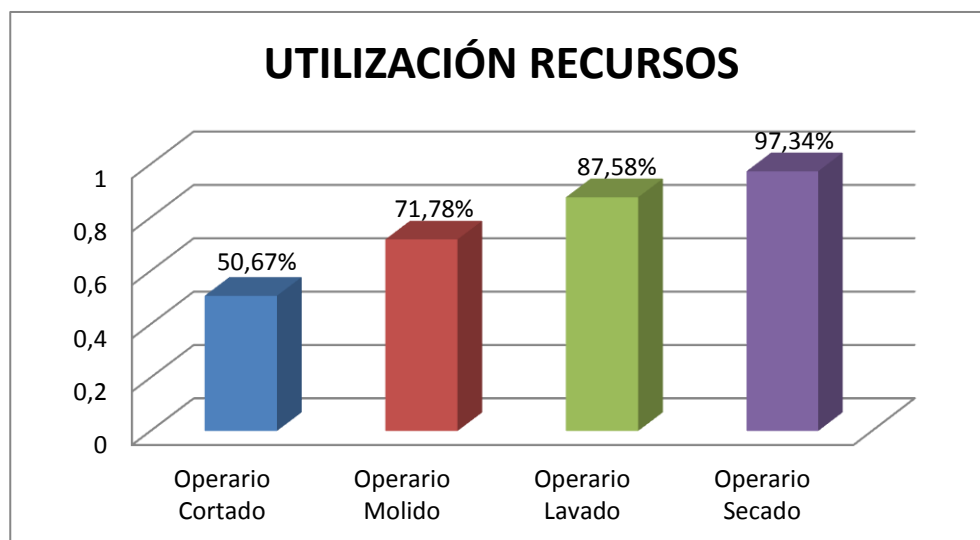


Figura 8. Utilización de los Recursos (Actual)
Fuente: Las autoras

Propuesta: Máximo 225 arribos

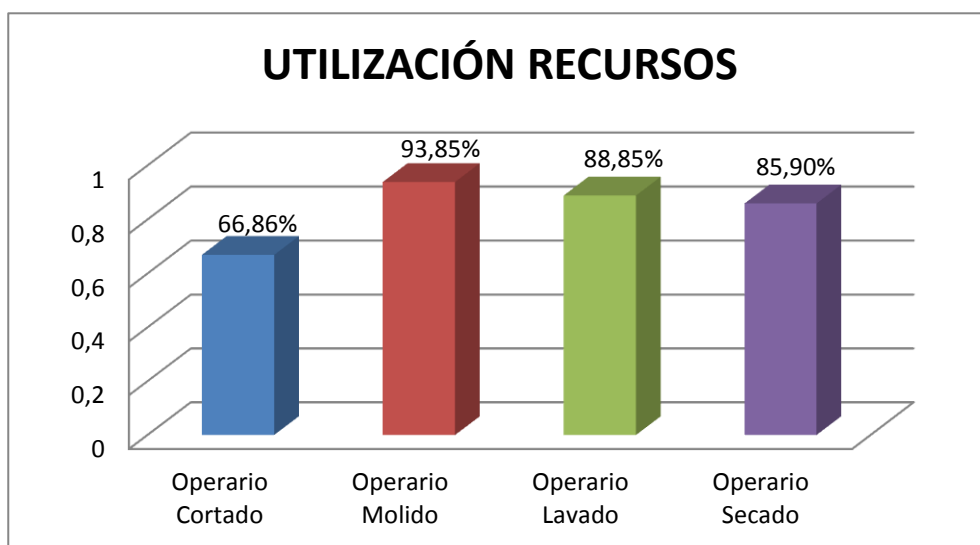


Figura 9. Utilización de los Recursos (Propuesta)
Fuente: Las autoras

3.3. PROYECCIÓN FLUJO DE CAJA

A continuación presentamos el flujo de caja proyectado a un año con la situación actual:

Tabla 4. Flujo de Caja Proyectado (Situación Actual)

INGRESOS	TOTAL
Ingresos por Ventas	\$ 426.720.000
TOTAL INGRESOS	\$ 426.720.000
EGRESOS	
de Consumo	
Luz	\$ 5.302.187
Agua	\$ 2.667.000
Gas	\$ 1.024.128
Subtotal Egresos de Consumo	\$ 8.993.315
Operativos	
Materias Primas	
Plástico	\$ 170.688.000
Costales	\$ 266.700
Soda Caustica	\$ 46.939
Mano de Obra	
Salarios	\$ 91.680.000
Seguridad Social	\$ 19.172.064
Prestaciones	\$ 21.273.082
Parafiscales	\$ 105.456.000
Arriendo (4 Bodegas)	\$ 28.800.000
Subtotal Egresos Operativos	\$ 437.382.785
TOTAL EGRESOS	\$ 446.376.100
SALDO NETO	\$ (19.656.100)
COSTO UNITARIO ESTANDAR	\$ 2.092,13
PRECIO VENTA	\$ 2.000,00
MARGEN BRUTO (-5%)	\$ (92,13)

Fuente: Las autoras

Tabla 5. Flujo de Caja Proyectado (Propuesta)

INGRESOS	TOTAL
Ingresos por Ventas	\$ 965.760.000
TOTAL INGRESOS	\$ 965.760.000
EGRESOS	
de Consumo	
Luz	\$ 12.000.001
Agua	\$ 6.036.000
Gas	\$ 2.317.824
Subtotal Egresos de Consumo	\$ 20.353.825
Operativos	
Materias Primas	
Plástico	\$ 386.304.000
Costales	\$ 603.600
Soda Caustica	\$ 106.234
Mano de Obra	
Salarios	\$ 91.680.000
Seguridad Social	\$ 19.172.064
Prestaciones	\$ 21.273.082
Parafiscales	\$ 105.456.000
Arriendo (4 Bodegas)	\$ 28.800.000
Subtotal Egresos Operativos	\$ 653.394.979
TOTAL EGRESOS	\$ 673.748.805
INVERSIÓN	
Pagos por compras de activo fijo (Maquina)	\$ 15.000.000
TOTAL INVERSIÓN	\$ 15.000.000
GASTOS FINANCIEROS	
Pagos de intereses	\$ 1.093.217
Pagos de préstamos bancarios	\$ 15.000.000
TOTAL GASTOS FINANCIEROS	\$ 16.093.217
SALDO NETO	\$ 260.917.979
COSTO UNITARIO ESTANDAR	\$ 1.395,27
PRECIO VENTA	\$ 2.000,00
MARGEN BRUTO (30%)	\$ 604,73

Fuente: Las autoras

4. CONCLUSIONES

Al realizar el análisis de los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

4.1. SITUACIÓN ACTUAL

- La producción promedio de la empresa (tasa de salida del sistema) es 88,9 lotes al mes, es decir 17.780 Kg/mes y teniendo en cuenta que la tasa de llegada al sistema es de 172,2 lotes al mes (34.440 Kg/mes), podemos decir que aproximadamente la mitad de los lotes están quedando retenidos en el proceso productivo.
- El cuello de botella se encuentra en el Área de Secado con un tiempo promedio en cola de 24,6 minutos por lote y con una tasa promedio de lotes diarios en cola de 1,6 (320 kg/día). Esta situación nos genera una cantidad alta de producto en proceso (WIP), el 52.47% de la tasa de salida o de producto terminado.
- El porcentaje de uso del operario de secado y de las maquinas del área (secadora y centrifugadora) es del 97,34% lo que nos muestra una línea de producción muy rígida, no preparada para asumir los imprevistos que se puedan presentar en el proceso productivo.

4.2. SITUACIONES PROPUESTAS

- Las propuestas No. 2, 3 y 4 no presentan ningún tipo de variación en los resultados debido a que la cantidad de lotes promedio que entran al sistema es la misma.
- La propuesta No. 1 a pesar de tener una tasa de llegada más baja que las otras propuestas tiene una tasa de salida más alta, lo cual nos daría una producción más alta de 201,2 lotes (40.240 Kg/mes) lo que nos permite decir que el mejor modelo es el de la Propuesta No. 1.
- Al comparar la Propuesta No. 1 vs la Situación Actual encontramos que la producción se aumentaría en 112,3 lotes, y disminuye el tiempo promedio en cola de cada lote de 24,6 minutos a 1,1 minutos.
- El porcentaje de uso de los operarios y de las maquinas disminuye, dejando el promedio de uso de los recursos es del 80% permitiendo una línea de producción flexible.
- La producción de la empresa se duplicaría pasando de 88,9 lotes/mes a 201,2 lotes/mes, (17.780 Kg/mes a 40.240 Kg/mes).
- La reducción del tiempo en espera en el sistema es del 34,6%.

- La reducción del tiempo en espera de cada lote es del 15,32%
- Al realizar la inversión las ventas aumentan y los costos de fabricación bajan lo que le permitiría tener un margen de ganancia por Kg del 30%.
- En el primer año recuperaría la inversión y pasaría de acumular una pérdida anual de \$19.656.100 a obtener una ganancia de \$260.917.976.

5. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos le sugerimos a la empresa que piense en ampliar la capacidad del proceso de molido ya que tanto el operario como la maquina estarían trabajando al 93,85% y el tiempo de espera en ese proceso aumenta lo que se puede convertir a futuro en un nuevo cuello de botella. Sugeriríamos la adquisición de otro molino con mayor capacidad que permita una línea de producción más flexible.