

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la

Producción

“Desarrollo de un modelo de simulación para el
secuenciamiento y análisis de capacidad para una planta
que fabrica Margarinas”

TESIS DE GRADO

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIEROS INDUSTRIALES

Presentada por:

Rodrigo Alejandro Pita Bejarano

Oscar Andrés Ponce Parra

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2010

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer principalmente a Dios, por todas las bendiciones que recibimos de Él que nos han permitido finalizar con todo el esfuerzo y ganas en esta etapa de nuestras vidas, a nuestro Padres por su incansable apoyo e insistencia para finalizar este estudio, a todos las personas que han colaborado con sus consejos para poder terminar con éxito nuestro trabajo, a nuestras novias por su apoyo incondicional y preocupación. Finalmente al Ing. Marco Buestán por su esfuerzo, colaboración y por ser nuestro guía ante este reto.

DEDICATORIA

A NUESTROS PADRES

A MI ABUELA LA MAMAMA

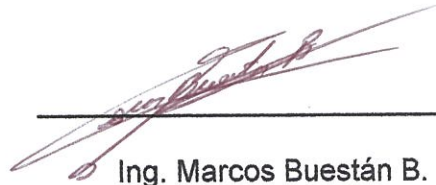
A NUESTRAS NOVIAS

A NUESTROS HERMANOS

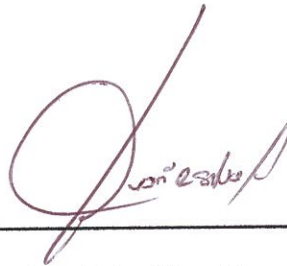
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Francisco Andrade S.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Marcos Buestán B.
DIRECTOR DE TESIS

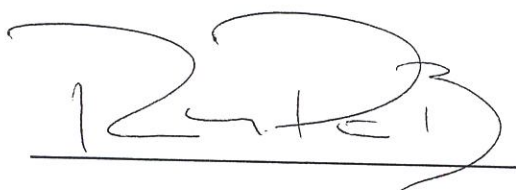


Ing. Iván Silva C.
VOCAL

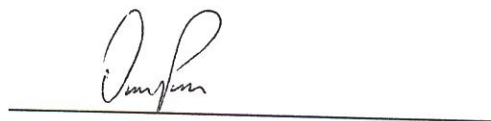
DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Rodrigo Alejandro Pita Bejarano



Oscar Andrés Ponce Parra

RESUMEN

Hoy en día las Empresas están exigiendo como base para mejorar sus costos y niveles de servicio la visión no solo a corto sino mediano y largo plazo de sus operaciones y cadenas de suministros. Para mantenerse a la par de la demanda y las exigencias del mercado, cuando se trata de la toma decisiones, muchas compañías han dejado a un lado los estudios técnicos previos para darle todo el trabajo a la intuición, corriendo el riesgo que tales decisiones afecten el desempeño de sus operaciones, imagen y nivel de servicio frente a sus clientes.

La presente tesis está basada en una importante empresa multinacional representante de varias categorías en el Ecuador. La empresa ha demostrado un crecimiento y aumento de la demanda en todas sus categorías, en especial las del sector alimenticio que son las más delicadas del negocio. Analizamos las proyecciones de su demanda y como estos influyen en cada una de sus operaciones de los procesos productivos.

Los análisis tradicionales, son demasiados complejos para entregar un horizonte más claro de las operaciones críticas de la empresa, estas por lo general toman demasiado tiempo en realizarse y requieren varias personas con una preparación académica de alto nivel para resolverlos e interpretarlos.

Sin embargo, la simulación es el complemento sobre el cual es posible realizar análisis del corto, mediano y largo plazo de forma rápida, sencilla (fácil de interpretar) y con bajos costos de preparación, integrando una herramienta confiable y sofisticada para la toma de decisiones de una organización.

Para los respectivos análisis e identificación de problemas, riesgos e impactos, se usó un modelo de simulación, el cual se validó y nos permitirá identificar las alternativas de mejora y propuestas orientadas a sustentar el crecimiento de la demanda.

Al concluir este trabajo, se presentaron varias propuestas u opciones que servirán para la toma de decisión de la compañía, se realizó un análisis donde se mostraron los beneficios que la empresa puede lograr implementando las propuestas planteadas.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE PLANOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
GENERALIDADES.....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Objetivo General.....	6
1.3 Objetivos Específicos.....	6
1.4 Metodología Utilizada en la Tesis.....	7
CAPÍTULO 2	
2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	9

2.1 Descripción de los Productos.....	9
2.2 Descripción del Proceso Productivo.....	11
2.3 Descripción Física de la Planta.....	16

CAPÍTULO 3

3 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN.....	19
3.1 Creación de Entidades.....	19
3.2 Creación de Locaciones.....	21
3.3 Creación de Macros.....	25
3.4 Creación de Arribos.....	31
3.5 Descripción de Simulación con Tanques.....	31
3.6 Descripción del Modelo de Simulación.....	37

CAPÍTULO 4

4 VALIDACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN.....	47
4.1 Tipo de Simulación.....	47
4.2 Selección de Variables de Respuesta.....	49
4.3 Selección de Indicadores.....	52
4.4 Comparación de Datos entre la Simulación y lo Real.....	52

CAPÍTULO 5

5 PLANTEAMIENTO Y VALIDACIÓN DE CAMBIOS.....	60
--	----

	VI
5.1 Modelación de Cambios.....	60
5.1.1 Evaluación de Diferentes Métodos de Secuenciamiento.....	61
5.1.1.1 Cambios Incorporados en el Modelo de Simulación.....	65
5.1.1.2 Evaluación de Resultados.....	68
5.1.2 Evaluación de Desempeño de Cada Operación a Largo Plazo.....	74
5.1.2.1 Cambios Incorporados en el Modelo de Simulación.....	79
5.1.2.2 Evaluación de Resultados.....	80
 CAPÍTULO 6	
6 ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN FINANCIERA.....	85
6.1 Cuantificación del Impacto de las Alternativas de Mejora.....	85
6.2 Evaluación de la Inversión Financiera.....	89
 CAPÍTULO 7	
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	92
 APÉNDICES	
BIBLIOGRAFÍA	

ABREVIATURAS

SKU	(Stock Keeping Unit) Número de Referencia
MPU	Unidad de Proceso de Margarinas
TON	Toneladas
VS	Versus
TPM	(Total Preventive Maintenance) Mantenimiento Total Preventivo
EM	Envasadora
B1	Envasadora
B2	Envasadora
OEE	Eficiencia Operacional

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Venta y proyectados (Ton) de margarinas.....	5
Figura 2.1 Diagrama de flujo de proceso de fabricación.....	12
Figura 2.2 Diagrama del proceso de fabricación de margarinas.....	16
Figura 3.1 Flujo de proceso del modelo de simulación.....	39
Figura 4.1 Diagrama de cajas para la línea B1.....	54
Figura 4.2 Diagrama de cajas comparación de lo simulado y planificado B1.....	55
Figura 4.3 Diagrama de cajas para la línea B2.....	57
Figura 4.4 Diagrama de cajas comparación de lo simulado y planificado B2.....	58
Figura 5.1 Secuenciamiento para el 1er modelo propuesto.....	66
Figura 5.2 Secuenciamiento para el 2do modelo propuesto.....	67
Figura 5.3 Secuenciamiento para el 3er modelo propuesto.....	67
Figura 5.4 Secuenciamiento para el 4to modelo propuesto.....	67
Figura 5.5 Secuenciamiento para el 5to modelo propuesto.....	68
Figura 5.6 Secuenciamiento para el 6to modelo propuesto.....	68
Figura 5.7 Resultados del desperdicio y costos generados por la familia D.....	70
Figura 5.8 Resultados del desperdicio y costos generados por los escenarios de la familia b.....	73
Figura 5.9 Resultados de la situación actual para la línea B1.....	75
Figura 5.10 Resultados de la situación actual para la línea B2 y Em.....	77
Figura 5.11 Resultados de la situación actual para todas las líneas de producción.....	78

Figura 5.12 Resultados de la situación actual para todas las líneas de producción.....	84
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.1 Entidades del modelo de simulación.....	20
Tabla 3.2 Locaciones del modelo de simulación.....	22
Tabla 3.3 Macros del modelo de simulación.....	26
Tabla 4.1 Resultado para la pruebas de hipótesis para la línea B1.....	53
Tabla 4.2 Comparación de la hora de salida entre el plan real y el plan simulado.....	56
Tabla 4.3 Resultado para la pruebas de hipótesis para la línea B2.....	59
Tabla 5.1 Combinación de los cambios de formato entre los Skus.....	64
Tabla 5.2 Resultados del 1er modelo de secuenciamiento propuesto.....	69
Tabla 5.3 Resultados del 2do modelo de secuenciamiento propuesto.....	69
Tabla 5.4 Resultados del 3er modelo de secuenciamiento propuesto.....	70
Tabla 5.5 Resultados del 4to modelo de secuenciamiento propuesto.....	71
Tabla 5.6 Resultados del 5to modelo de secuenciamiento propuesto.....	72
Tabla 5.7 Resultados del 6to modelo de secuenciamiento propuesto.....	72
Tabla 5.8 Tabla de resultados de la situación actual para la línea B1.....	75
Tabla 5.9 Tabla de resultados de la situación actual para la línea B2 y Em.....	76
Tabla 5.10 Resultados del porcentaje de utilización al 2012 de todas las operaciones del proceso productivo con el escenario actual.....	81

Tabla 5.11 Resultados del porcentaje de utilización al 2012 de todas las operaciones del proceso productivo con los cambios incorporados	82
Tabla 5.12 Comparación de resultados del porcentaje de utilización de cada operación del proceso productivo entre el escenario actual y el propuesto.....	83
Tabla 6.1 Cuantificación del desperdicio generado al no estar secuenciados inmediatamente los skus Bc250 y BC500.....	88
Tabla 6.2 Tabla resumen del costo total para la instalación del kit de 500gr.....	89
Tabla 6.3 Tabla resumen del costo total para la instalación del kit de 500gr.....	89
Tabla 6.4 Tabla resumen de los escenarios comparados incluyendo el desperdicio del material exclusivo.....	90
Tabla 6.5 Tabla de resultados del producto terminado que se dejará de vender por falta de capacidad	91

ÍNDICE DE PLANOS

	Pág.
Plano 1.1 Plano Instalaciones de la Fábrica de Margarinas.....	95

INTRODUCCIÓN

No existen muchas técnicas para obtener la utilización que tendrá cada una de las operaciones de un proceso de manufactura proyectando las ventas estimadas.

Muchos de los análisis tradicionales se han vuelto obsoletos debido a su complejidad, cantidad de tiempo y recursos necesarios a invertir para obtener lo deseado. Hoy en día existen varias formas que nos permiten obtener la información que la empresa requiere referente a la capacidad de cada una de sus operaciones.

La simulación mediante PROMODEL ha probado ser no sólo una excelente herramienta estratégica para las empresas y sino que también puede ser utilizada como una herramienta táctica en el día a día de cualquier compañía, así mismo el programa MINITAB 14 que aporta con análisis estadísticos a un conjunto de datos obteniendo información de manera fácil, rápida y asequible. Esta combinación de herramientas permite a las empresas obtener suficiente información fundamentada en datos reales y estudios estadísticos para poder tomar una decisión con fundamentos.

La presente tesis está basada en una importante empresa multinacional representante de varias categorías en el Ecuador. La empresa ha demostrado un crecimiento y aumento de la demanda en todas sus categorías, en especial las del sector alimenticio que son las más delicadas del negocio. Buscaremos analizar las proyecciones de su demanda y como estos influyen en el desempeño de cada una de sus operaciones de los procesos productivos; utilizando para ello las herramientas de PROMODEL y MINITAB 14.

El procedimiento de este estudio tiene tres puntos principales; el primero de ellos es crear y validar el modelo de simulación del proceso productivo. El segundo paso es en la identificación del mejor escenario de secuenciamiento de los productos. El tercer y último paso es la identificación de cuellos de botellas al corto, mediano y largo plazo de todas sus operaciones del proceso productivo. Para poder identificar los posibles inversiones requeridas para satisfacer a la demanda y las exigencias del mercado.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La empresa multinacional en la cual se desarrollo este estudio a la cual se llamará Producto Varios S.A. ingresó al Ecuador en los años 90 adquiriendo varias corporaciones con el objetivo de satisfacer al mercado de productos de cuidado personal, salud y alimentación.

La compañía antes mencionada en búsqueda de productos saludables consideró reemplazar la mantequilla por ser un producto que contiene altos porcentajes de grasa dañinos para la salud. A escala de la región esta exigencia comenzó hace 10 años. En los primeros años del siglo XXI con los objetivos antes mencionados esta organización introdujo al mercado ecuatoriano la margarina.

La margarina está elaborada con aceites vegetales, líquidos a temperatura ambiente (maíz, girasol, soya o coco), que se someten a un proceso industrial de endurecimiento para adquirir su consistencia sólida y untable, a diferencia de la mantequilla que es la grasa de la leche, que pasa por un

proceso de pasteurización, centrifugación y sedimentación en frío, para obtener un producto graso.

A escala regional, el Ecuador se convirtió en el tercer consumidor de importancia en el consumo de margarinas con ventas anuales que superan los \$15 millones. Entre las marcas de mayor relevancia del mercado ecuatoriano están: Regia, Klar, Bonella y Dorina.

En cuestión de tendencias, la mayoría de los consumidores de este alimento, que contiene vitamina E y capacidad antioxidante, aún opta por la margarina regular. Ipsa Group, con un estudio pormenorizado, determina que el 90% de los consumidores aún lo prefiere así. Entre los consumidores más frecuentes se encuentran los niños. Solo el 10% de los clientes buscan algo más ligero y con grasas insaturadas, necesarias para la alimentación diaria. En el Ecuador el consumo per cápita es de 1040 gramos.

El Untar margarina sobre el pan o disfrutarla en algún postre o comida de sal es un gustito que a diario crece y que en el año 2006 representó un consumo de 9500 toneladas métricas. A partir del 2007 el crecimiento se ha visto impactado por doble dígito, debido a que este producto está siendo utilizado en mayor cantidad por el sector pastelero.

A continuación se muestra como ha evolucionado el crecimiento de ventas de la empresa Productos Varios S.A. a través de los años, sus diferentes estrategias para obtener la mayor participación en el mercado en el Ecuador están dando resultados y muestra que por el momento no se detendrá su crecimiento. Estos antecedentes hacen que sea de vital importancia conocer si sus equipos podrán sostener el crecimiento deseado.

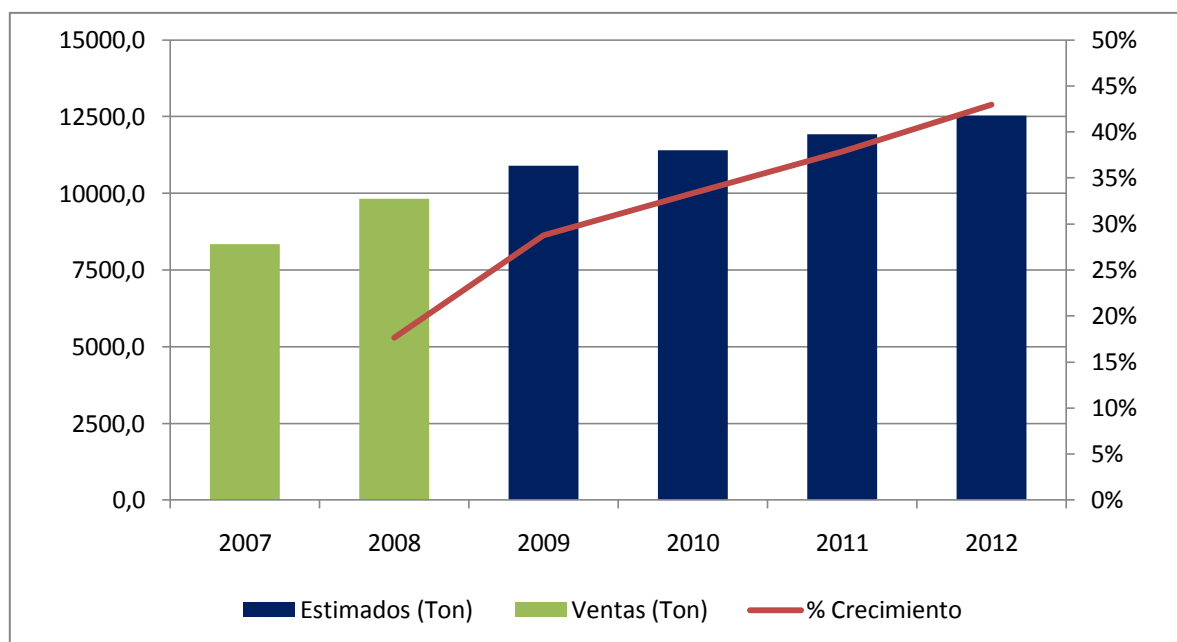


FIGURA 1.1 VENTA PROYECTADAS (TON) DE MARGARINAS

1.2. Objetivo General

Determinar mediante un modelo de simulación el nivel de utilización de todo el proceso productivo de la planta de margarinas considerando los volúmenes de ventas actuales y proyectadas al 2012. Con el fin de identificar el secuenciamiento más adecuado y potenciales restricciones.

1.3. Objetivos Específicos

- Realizar un modelo de simulación del proceso productivo de la fábrica de margarinas.
- Analizar las diferentes opciones de secuenciamiento en la línea de envasado e identificar la más adecuada considerando para su evaluación costos y nivel de desperdicio.
- Identificar los porcentajes de utilización actual de las líneas de envasado como el de cada una de las operaciones del proceso productivo.
- Evaluar económicamente las propuestas planteadas.

1.4. Metodología utilizada

En el capítulo inicial de este trabajo, se detalla los antecedentes de la empresa donde es realizado este estudio describiendo el sector a analizar y como este ha evolucionado a través del tiempo, identificando el núcleo de nuestro trabajo. Adicional a esto se detalla nuestro objetivo general como también los específicos que se busca en el transcurso y finalización de la tesis.

En nuestro Capítulo 2, se iniciará detallando los productos finales y sus características, se continúa describiendo el proceso productivo, comentando la función y objetivo de cada operación del flujo, finalmente describiendo los recursos y equipos utilizados que intervienen en cada etapa u operación.

En la Descripción del Modelo de Simulación, Capítulo 3, se presentarán las principales asunciones que fueron empleadas, la programación realizada y las variables utilizadas para poder modelar y plasmar con mayor exactitud el proceso productivo. También detallará toda la información recolectada sobre los parámetros requeridos para simular una planta de procesos continuos.

En el Capítulo 4, se procederá a la Validación del Modelo de Simulación para esto se plantearán y las variables de respuesta que serán utilizadas con el fin de comparar los datos reales con respecto a lo presentado por el modelo.

Persiguiendo los objetivos se entra al Capítulo 5, donde se planteará y describirá los cambios a realizarse en el modelo de simulación con el fin de evaluar las diferentes formas de secuenciación, las mismas que serán programadas y evaluadas. Posteriormente se presentarán los resultados obtenidos de cada una de las alternativas planteadas con el fin de analizar los resultados obtenidos.

Seguido de los cambios se entra al Capítulo 6, donde se valorará los resultados obtenidos y sus impactos.

Por último, se presenta el Capítulo 7 llamado Conclusiones y Recomendaciones, donde se detallarán las respuestas a nuestros objetivos planteados al inicio del estudio. Como también las conclusiones y recomendaciones a la empresa donde se realizó el trabajo.

CAPÍTULO 2

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

2.1. Descripción de los Productos

La presente empresa elabora una gama de productos que satisfacen múltiples requerimientos del mercado ecuatoriano, entre estas tenemos las margarinas. Existen varios tipos de margarinas que se las diferencian por la composición de la mezcla de grasa y por el proceso de fabricación utilizado. En cuanto a sus características se las diferencia básicamente por sabor, esparcibilidad y dureza (Temperatura).

Las margarinas elaboradas por esta empresa pueden ser clasificados en 13 diferentes productos finales (skus), la cuales están caracterizados por su tamaño y producto.

Por guardar la confidencialidad, los skus tendrán una nomenclatura diferente a la que realmente se utiliza, los productos finales que tiene esta empresa son:

A) BV250

- B) BV500
- C) BL250
- D) BL500
- E) BC250
- F) BC500
- G) DR250
- H) DR500
- I) DL250
- J) BV1000
- K) BV3000
- L) BV50
- M) DR1000

Referente a su tamaño:

En su portafolio la compañía contiene varias presentaciones, estas son: tarrinas de 250, 500 y 1000 gramos con una lámina de papel aluminio en su interior que separa la margarina de la tapa del envase, tachos de 3000 gramos y lámina para envasar de 50 gramos; todos estos materiales son impermeables a sustancias aromáticas y a la humedad, de lo contrario la superficie de la margarina se secaría y las capas exteriores adquirirían un color más amarillo que en la parte interior.

Referente a Productos:

El portafolio cuenta con 2 tipos o familias de productos, los productos B representan el 90% de su volumen anual y fueron creados para satisfacer el mercado desde el medio – alto hasta el bajo nivel socio – económico. La segunda familia de producto es el D (Inicia con la letra D) la cual representa el porcentaje restante de volumen anual de la compañía, el 10%; este producto está dirigido principalmente al estrato socio – económico alto.

2.2. Descripción del Proceso Productivo

El proceso de fabricación de las margarinas sigue el diagrama de flujo que se muestra a continuación:

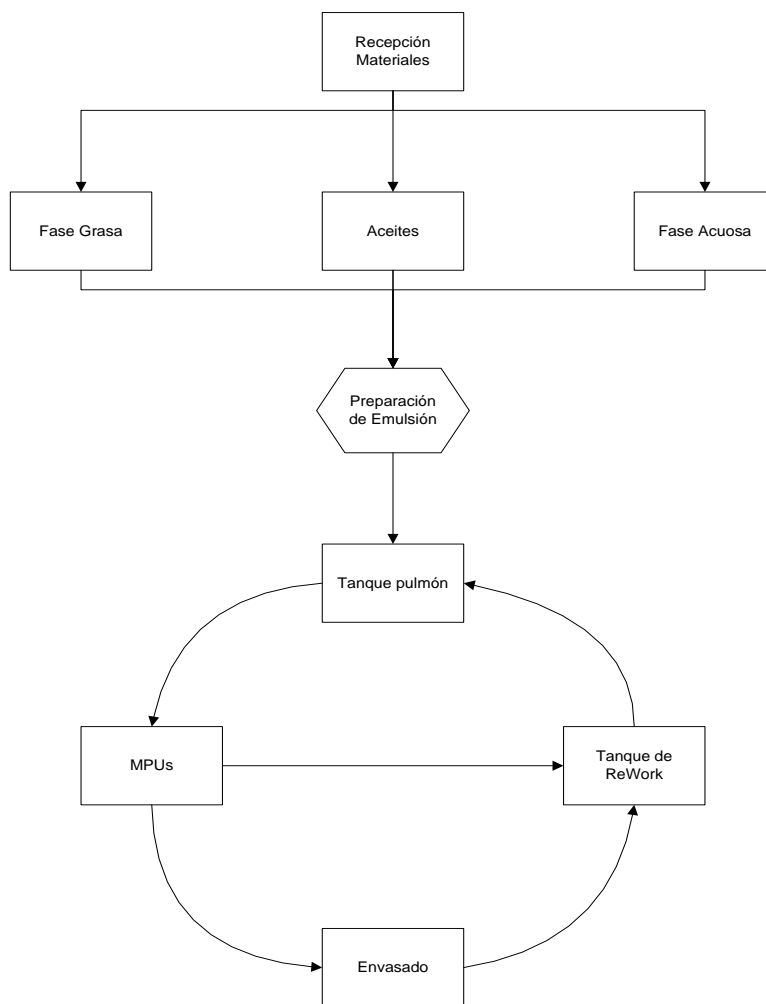


FIGURA 2.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Recepción de Material

El proceso inicia con la recepción de los materiales, los cuales están compuestos en un gran porcentaje por aceites líquidos y micro ingredientes como vitaminas, emulsificantes, etc. Los aceites son recibidos a granel en tanques que tienen desde 10 hasta 25 toneladas de

almacenamiento; para los micros ingredientes son utilizadas bodegas secas y/o refrigeradas dependiendo de la especificación del material.

Proceso de limpieza

El proceso de limpieza consiste en varias etapas, inicia con la purga de agua caliente, paso y enjuague del detergente caustico, paso y enjuague de detergente ácido, desinfección, preservación y por último el enjuague final. Este proceso es indispensable para la remoción de micro organismos en las líneas del proceso y para el aumento operativo del equipo.

Proceso de Mezclado y Homogenización

El objetivo de este proceso es que se dividan finamente los glóbulos de grasa en la mezcla para conseguir una suspensión permanente, evitando que la grasa se separe del resto de los componentes y ascienda hacia la superficie.

Aquí se mezclan los aceites hidrogenados, los materiales hidrosolubles (Fase acuosa), los materiales Liposolubles (Fase grasa) y los micros ingredientes como las vitaminas necesarias para elaborar la emulsión.

El proceso de mezclado se lo realiza por lotes, se utilizan depósitos báscula para medir el peso provisto de un potente agitador. Se dispone de

un tanque para realizar la emulsión y otro tanque que sirve de pulmón para que no afecte a la producción pues mientras se produce utilizando la emulsión del tanque pulmón, se inicia la preparación del otro lote. Para este proceso continuo se utilizan bombas dosificadoras para todos los ingredientes, ya que la emulsión contiene una ruta de preparación la cual no puede ser alterada.

La mayoría de los equipos utilizados en el proceso son de acero inoxidable ya que este metal combinado con los emulsificantes, favorecen la solubilización de los glóbulos grasos.

Proceso de Enfriamiento y Cristalización

La cristalización es la formación de una red de cristales sólidos de grasa que sostendrá todo el conjunto de componentes e ingredientes de la margarina.

Este proceso es realizado en unos equipos llamados MPUs, que tienen como objetivo transformar una emulsión líquida inestable en un producto cremoso, esparcible y estable. Las operaciones de este equipo son de enfriamiento, cristalización, trabajo y emulsificación.

Estos equipos tienen como objetivo el enfriamiento y movimiento continuo de la emulsión grasa proporcionando una gran superficie de intercambio

térmico para una pequeña cantidad de producto en un espacio limitado. Dentro del aparato existe un eje con cuchillas que gira dentro del tubo, la suspensión grasa pasa a través de la zona anular formada por el eje y el tubo de intercambio térmico. El enfriamiento se efectúa mediante la expansión de amoníaco que circula por el tubo intermedio. El conjunto se aísla para reducir al mínimo las pérdidas de energía y como protección para las personas. El exterior es de acero inoxidable para proteger el aislamiento. En la operación, las cuchillas del eje rotativo raspan continuamente la película del producto que se va formando en la superficie de intercambio térmico, con lo que se consigue aumentar este intercambio de calor además de agitar el producto generando una mezcla homogénea.

Proceso de Envasado

Los métodos utilizados para el transporte de margarina hasta la máquina de empaquetado es continua, en este caso la margarina se bombea hasta la envasadora. .

En esta empresa la margarina se presentan en distintos envases. Dependiendo del tipo de envase, se utilizan distintos tipos de máquinas. Todas las máquinas son automáticas excepto una que es manual. Los envases llenos son colocados en cajas selladas y son trasladadas mediante una banda para ser estibadas respetando las normas de apilamiento y finalmente almacenadas.

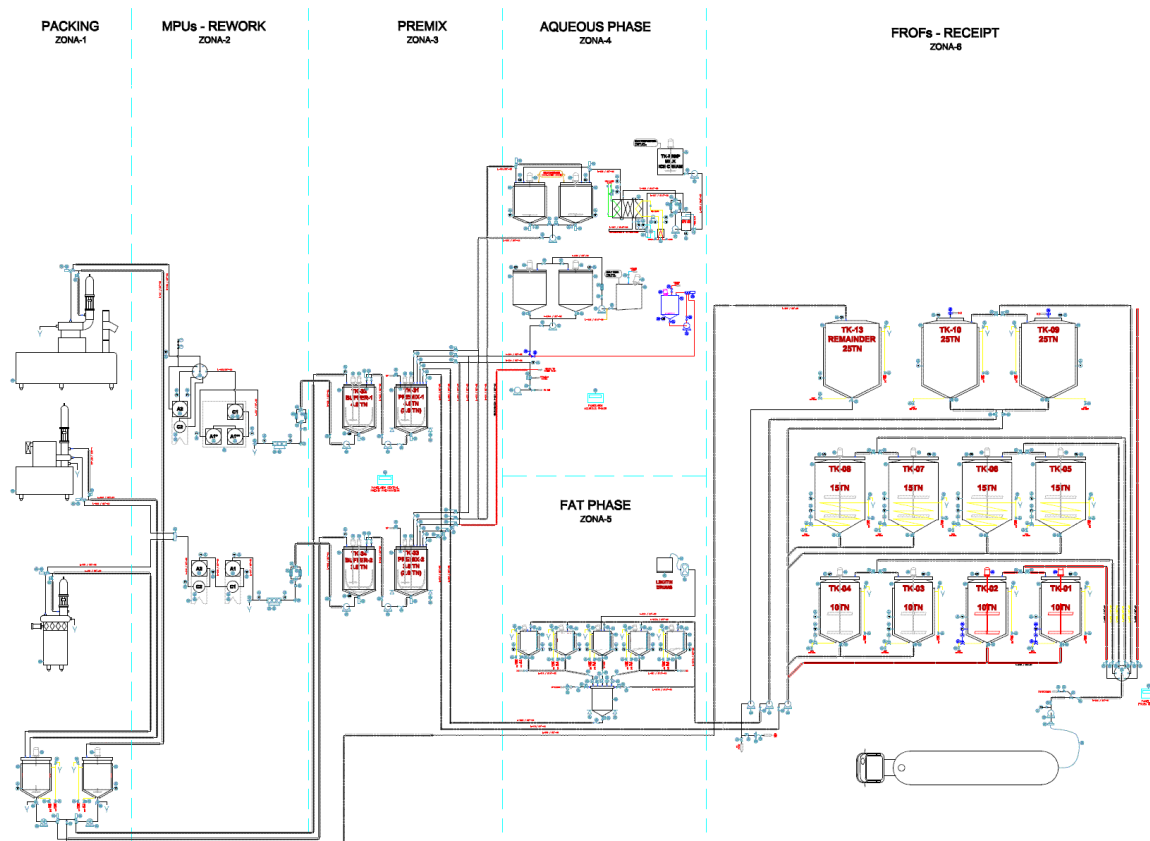


FIGURA 2.2 DIAGRAMA DEL PROCESOS DE FABRICACION DE MARGARINAS

2.3. Descripción Física de la Planta

La empresa en estudio está formada por:

- Recepción y almacenamiento de aceites

Cuenta con tanques desde 10 hasta 25 toneladas, estos tanques son especiales y acondicionados acordes a las condiciones ambientales requeridas para cada uno de los aceites.

- Fase acuosa

La Fase acuosa cuenta en pequeños tanques de 1200 kg que contienen los ingredientes hidrosolubles de la emulsión.

- Preparación

Esta es la sección de preparación de la emulsión, cuenta con tanques mezcladores básculas de 3800 y 2800 kg con sus respectivos tanques pulmones de la misma capacidad de los mezcladores.

- MPUs y Envasadoras

Cuenta con 2 MPUs, y el área de envasado en cambio está conformada por 3 líneas de las cuales salen varias presentaciones

- Paletizado y Almacenado

Esta área es la encargada del paletizado de las cajas provenientes de las 3 líneas de envasado siguiendo por la bodega pulmón refrigerada hasta finalmente ser enviada al Centro Nacional de Distribución.

Adicionalmente, existen otros sistemas auxiliares dentro de la planta los cuales son los que suministran los diversos servicios generales que se requieren en una planta de producción, como son el vapor, aire, energía eléctrica, frío y tratamiento de agua, los cuales mencionamos a continuación:

- Sistema de Generación de Vapor
- Sistema de Suministro de Aire Comprimido
- Sistema de Suministro de Amoniaco
- Planta de Potabilización de agua
- Planta de Tratamiento de agua residual
- Sub estación eléctrica

CAPÍTULO 3

3. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE SIMULACION

Para la creación de un modelo de simulación se inicia con la definición de todos los elementos que están involucrados en el proceso real como son entidades, locaciones, macros, atributos, variables, subrutinas, etc. En ciertos casos no son identificados al inicio de la construcción del modelo sino en el transcurso de este.

3.1. Creación de Entidades

Iniciamos con la creación de Entidades, las cuales pueden ser reales y que son representativas al proceso en estudio. En otros casos son entidades ficticias que únicamente soportan el modelo.

Dado que el modelo maneja simulación continua y discreta se crearon entidades para realizar la conversión desde las locaciones que manejan la parte continua del modelo (Emulsión manejadas por los tanques) hasta las locaciones que manejan la parte discreta del mismo.

Adicionalmente se crearon entidades para el control de: transferencia, preparación y vaciado de los tanques en base a una planificación

ingresada por el usuario. Estas entidades circulan por locaciones ficticias que en la realidad son operaciones manejadas por el personal de planta o de manera automática por la maquinaria. Por ejemplo: abrir válvulas, controlar la cantidad de los ingredientes, realizar la limpieza, etc.

En la tabla 3.1, se muestra con mayor detalle las entidades creadas para el modelo y con la descripción de sus usos.





Gráfico	Nombre	Descripción
	B_V250	Entidad que representa 1 kg. de producto de BV 250
	B_V500	Entidad que representa 1 kg. de producto de BV 500
	B_L250	Entidad que representa 1 kg. de producto de BL 250
	B_L500	Entidad que representa 1 kg. de producto de BL 500
	B_C250	Entidad que representa 1 kg. de producto de BC 250
	B_C500	Entidad que representa 1 kg. de producto de BC 500
	B_V1000	Entidad que representa 1 kg. de producto de BV 1000
	B_V50	Entidad que representa 1 kg. de producto de BV 50
	D_R250	Entidad que representa 1 kg. de producto de DR 250
	D_R500	Entidad que representa 1 kg. de producto de DR 500
	D_L250	Entidad que representa 1 kg. de producto de DL 250
	D_L500	Entidad que representa 1 kg. de producto de DL 500
	D_R1000	Entidad que representa 1 kg. de producto de DR 1000
	B_V3000	Entidad que representa 1 kg. de producto de BV 3000
	PlanDiario	Entidad de Inicio que ingresa al modelo por medio del archivo de arribos.
	OrdenProduccionB 1	Entidad que produce el producto en el tanque de capacidad máxima 3,8 ton.
	OrdenProduccionB 2	Entidad que produce el producto en el tanque de capacidad máxima 2,8 ton.

TABLA 3.1

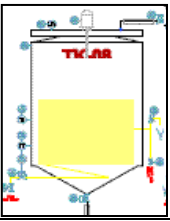
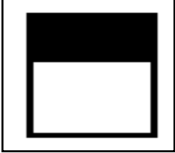
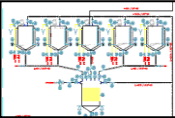
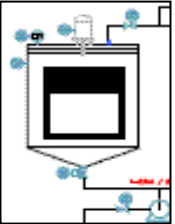
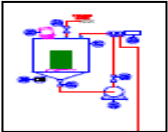
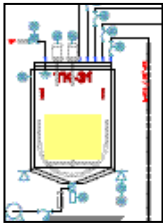
ENTIDADES DEL MODELO DE SIMULACIÓN

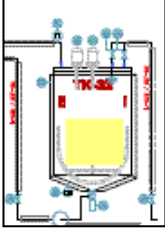
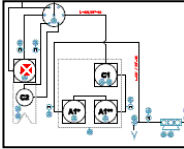
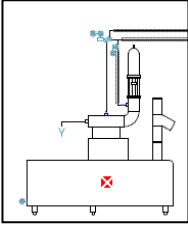
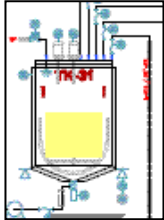
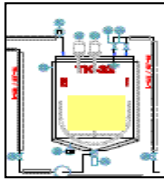
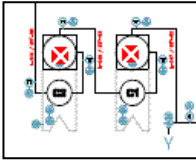

3.2. Creación de Locaciones


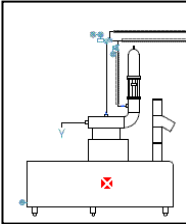
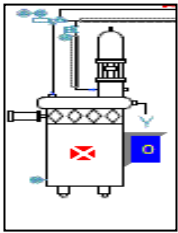





Las locaciones creadas en este modelo como tanques son usadas para almacenaje de ingrediente, almacenaje de producto (Para esperar a ser procesados), para cristalización de la emulsión y para envasado.

En el modelo se crearon locaciones reales que representan a las máquinas donde el producto es procesado como también existen locaciones ficticias que se crearon con el fin facilitar ciertas actividades propias de la simulación continua (No cumplen una regla de ruteo) que no interfieren en los resultados finales.

En la tabla 3.2, se muestra con mayor detalle las locaciones creadas para el modelo y con la descripción de sus usos.

Icono	Nombre	Cantidad	Descripción
	I1	50 ton	Tanque del ingrediente 1.
	I2	20 ton	Tanque del ingrediente 2.
	I3	20 ton	Tanque del ingrediente 3.
	I4	30 ton	Tanque del ingrediente 4.
	I5	30 ton	Tanque del ingrediente 5.
	I6	50 ton	Tanque del ingrediente 6.
	I7	100 kg	Tanque del ingrediente 7.
	I8	4.4 ton	Tanque del ingrediente 8.
	I9	2.4 ton	Tanque del ingrediente 9.
	I10	1 ton	Tanque del ingrediente 10.
	Premix1	3.8 ton	Tanque de mezcla de ingredientes y preparación de la emulsión.

	Pulmon1	3.8 ton	Tanque que tiene como función alimentar al MPU Kombinator mientras el Premix1 prepara otro lote de producción.
	MPU Kombinator	1	Máquina que tienen como función el enfriamiento y cristalización de la emulsión.
	B1	1	Máquina envasadora, para los productos terminados en la presentación de 250 y 500gr.
	Premix2	2.8 ton	Tanque de mezcla de ingredientes y preparación de la emulsión.
	Pulmon2	2.8 ton	Tanque que tiene como función alimentar al MPU Votator mientras el Premix2 prepara otro lote de producción.
	Votator	1	Máquina que tienen como función el enfriamiento y cristalización de la emulsión.
	recirculacionB2	infinita	Bodega ficticia para el manejo de la recirculación

	ventanaB2	1	Locación ficticia para el ruteo de las líneas Em y B2
	B2	1	Máquina envasadora, para los productos terminados en la presentación de 1000gr.
	Em	1	Máquina envasadora, para los productos terminados en la presentación de 50 y 3000gr.
	BPTB1	infinita	Bodega de salida de la envasadora B1
	BPTB2	infinita	Bodega de salida de la envasadora B2
	BPTEm	infinita	Bodega de salida de la envasadora Em
	Cola_SepOrd	infinita	Locación para recepción del plan máster de producción
	Separacion_Ordenes	1	Locación para separación del plan máster, en un número de órdenes de producción iguales o menores al contenido máximo de los tanques de preparación.
	Cola_PlanificacionB1	infinita	Locación de espera para la ordenes generadas en la locación Separacion_Ordenes para la línea B1
	Cola_PlanificacionB2	infinita	Locación de espera para la ordenes generadas en la locación Separacion_Ordenes para la línea B2
	PlanificacionB1	1	Locación de decisión, ¿Si el tanque Premix1 está lleno? La orden espera - caso contrario la envía a la siguiente locación
	ProduccionB1Tanques	1	Locación usada para la transferencia de ingredientes al tanque Premix1, seguido de la preparación de la emulsión en dicho tanque.








	VaciadoTanqueB1	1	Locación de decisión, ¿Si el tanque Pulmon1 contiene el mismo producto que el Premix1? Este es vaciado al Pulmon1 - caso contrario lo hace esperar.
	ProduccionB1	1	Locación que discretisa el contenido del tanque Pulmon1 creando una entidad de 1kg en el MPU Kombinator
	PlanificacionB2	1	Locación de decisión, ¿Si el tanque Premix2 está lleno? La orden espera - caso contrario la envía a la siguiente locación
	ProduccionB2Tanques	1	Locación usada para la transferencia de ingredientes al tanque Premix2 seguido de la preparación de la emulsión en dicho tanque.
	VaciadoTanqueB2	1	Locación de decisión, ¿Si el tanque Pulmon2 contiene el mismo producto que el Premix2? Este es vaciado al Pulmon2 - caso contrario lo hace esperar.
	ProduccionB2Tanques	1	Locación usada para la transferencia de ingredientes al tanque Premix2, seguido de la preparación de la emulsión en dicho tanque.
	ProduccionB1	1	Locación que discretisa el contenido del tanque Pulmon2 creando una entidad de 1kg en el MPU Kombinator

TABLA 3.2

LOCACIONES DEL MODELO DE SIMULACIÓN

3.3. Creación de Macros

Las macros son usadas cuando existen expresiones, funciones y un grupo de declaraciones que se repiten varias veces en el modelo [1]. El

programa Promodel viene preparado para la simulación continua, es por esto que al crear el primer tanque automáticamente se crean las macros para el control de los estados de los mismos. Fue necesario la creación de macros para la transferencia y preparación de las diferentes emulsiones.

En la tabla 3.3, se muestra con mayor detalle las Macros creadas para el modelo y con la descripción de sus usos

Aplicación	Nombre	Texto	Descripción
Macros usadas por el programa para controlar el estado de los tanques.	Tank_Idle	0	Tanque ocioso
	Tank_Operation	1	Tanque en operación
	Tank_Setup	2	Tanque en cambio de formato/setup
	Tank_Filling	3	El tanque se está llenando
	Tank_Emptying	4	El tanque se está vaciando
	Tank_Blocked	5	Tanque bloqueado
	Tank_Down	6	Tanque en mantenimiento
	Tank_Loop	While 1 do	Para uso de los bucles en los tanques
	Tank_TimeStep	0,2	Tiempo que toma entre cada llenado/vaciado de un tanque
	Tank_Stop	-1	El tanque detiene cualquier operación que esté realizando
	Tank_LongestIdle	1	Estado que define que el tanque es el de mayor tiempo ocioso
	Tank_LongestBlocked	2	Estado que define que el tanque es el de mayor tiempo bloqueado
	Tank_InOrder	3	

	Nombre	Texto	Descripción
Macros usadas para la preparaciones de las emulsiones	Emulsion3800B1_1	<pre>// BV // Macro para preparación = 3800 Tank_Transfer(I1, Premix1, 1201.58, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0) Tank_Transfer(I2, Premix1, 345.80, 1+L(251,112), 0, 0) Tank_Transfer(I3, Premix1, 292.6, 1+L(251,112), 0, 0) Tank_Transfer(I4, Premix1, 425.6, 1+L(248,144), 0, 0) Tank_Transfer(I5, Premix1, 399, 1+L(248,144), 0, 0) Tank_Transfer(I6, Premix1, 598.61, 309 + L(614,951), 0, 0) wait 1 min Tank_Inc(Premix1,0.23) Tank_Dec(I7,0.23) //Tank_Transfer(I7, Premix1, 0.23, N(0.305,0.152), 0, 0) Tank_Transfer(I8, Premix1, 475, 245+L(131,536), 0, 0) Tank_Transfer(I9, Premix1, 42.22,20.6+L(78.8,354) , 0, 0) Tank_Transfer(I10, Premix1, 19.36,1+L(1.63,0.644), 0, 0) Tank_DoOperation(Premix1, 10)</pre>	Macro usada para la preparación de la emulsión definida para el producto BV en el tanque Premix1
	Emulsion3800B1_2	<pre>// BL // Macro para preparación = 3800 Tank_Transfer(I1, Premix1, 952.869, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0) Tank_Transfer(I2, Premix1, 271.70, 1+L(251,112), 0, 0) Tank_Transfer(I3, Premix1, 229.9,1+L(251,112), 0, 0) Tank_Transfer(I4, Premix1, 334.4, 1+L(248,144), 0, 0) Tank_Transfer(I5, Premix1, 313.5, 1+L(248,144), 0, 0) Tank_Transfer(I6, Premix1, 1211.869, 309 + L(614,951), 0, 0) wait 1 min Tank_Inc(Premix1,0.228) Tank_Dec(I7,0.228) //Tank_Transfer(I7, Premix1, 0.228, N(0.305,0.152), 0, 0) Tank_Transfer(I8, Premix1, 323, 245+L(131,536), 0, 0) Tank_Transfer(I9, Premix1, 137.222, 20.6+L(78.8,354) , 0, 0) Tank_Transfer(I10, Premix1, 25.312, 1+L(1.63,0.644), 0, 0) Tank_DoOperation(Premix1, 10) // Operación de mezcla</pre>	Macro usada para la preparación de la emulsión definida para el producto BL en el tanque Premix1

Emulsion3800B1_3	<pre>// BC // Macro para preparación = 3800 Tank_Transfer(I1, Premix1, 1117 , 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0) Tank_Transfer(I2, Premix1, 321.1, 1+L(251,112), 0, 0) Tank_Transfer(I3, Premix1, 271.7, 1+L(251,112), 0, 0) Tank_Transfer(I4, Premix1, 370.5, 1+L(248,144), 0, 0) Tank_Transfer(I5, Premix1, 395.2, 1+L(248,144), 0, 0) Tank_Transfer(I6, Premix1, 788.797, 309 + L(614,951), 0, 0) wait 1 min Tank_Inc(Premix1,0.228) Tank_Dec(I7,0.228) //Tank_Transfer(I7, Premix1, 0.228, N(0.305,0.152), 0, 0) Tank_Transfer(I8, Premix1, 475, 245+L(131,536), 0, 0) Tank_Transfer(I9, Premix1, 42.222, 20.6+L(78.8,354) , 0, 0) Tank_Transfer(I10, Premix1, 18.253,1+L(1.63,0.644), 0, 0) Tank_DoOperation(Premix1, 10) // Operación de mezcla</pre>	Macro usada para la preparación de la emulsión definida para el producto BC en el tanque Premix1
Emulsion3800B1_4	<pre>// DR // Macro para preparación = 3800 Tank_Transfer(I1, Premix1, 2337, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0) Tank_Transfer(I2, Premix1, 0, 1+L(251,112), 0, 0) Tank_Transfer(I3, Premix1, 0, 1+L(251,112), 0, 0) Tank_Transfer(I4, Premix1, 0, 1+L(248,144), 0, 0) Tank_Transfer(I5, Premix1, 239, 1+L(248,144), 0, 0) Tank_Transfer(I6, Premix1, 720, 309 + L(614,951), 0, 0) wait 1 min Tank_Inc(Premix1,89) Tank_Dec(I7,89) //Tank_Transfer(I7, Premix1, 89, N(0.305,0.152), 0, 0) Tank_Transfer(I8, Premix1, 399, 245+L(131,536), 0, 0) Tank_Transfer(I9, Premix1, 0, 20.6+L(78.8,354) , 0, 0) Tank_Transfer(I10, Premix1, 16, 1+L(1.63,0.644), 0, 0) Tank_DoOperation(Premix1, 10) // Operación de mezcla</pre>	Macro usada para la preparación de la emulsión definida para el producto DR en el tanque Premix1

Emulsion3800B1_5	<pre>// DL // Macro para preparación = 3800 Tank_Transfer(I1, Premix1, 1840.3387, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0) Tank_Transfer(I2, Premix1, 0, 1+L(251,112), 0, 0) Tank_Transfer(I3, Premix1, 0, 1+L(251,112), 0, 0) Tank_Transfer(I4, Premix1, 0, 1+L(248,144), 0, 0) Tank_Transfer(I5, Premix1, 188.1, 1+L(248,144), 0, 0) Tank_Transfer(I6, Premix1, 1286.9477, 309 + L(614,951), 0, 0) wait 1 min Tank_Inc(Premix1,69.9516) Tank_Dec(I7,69.9516) //Tank_Transfer(I7, Premix1, 69.9516, N(0.305,0.152), 0, 0) Siempre demora 1 min Tank_Transfer(I8, Premix1, 399, 245+L(131,536), 0, 0) Tank_Transfer(I9, Premix1, 0, 20.6+L(78.8,354) , 0, 0) Tank_Transfer(I10, Premix1, 15.662, 1+L(1.63,0.644), 0, 0) Tank_DoOperation(Premix1, 10) // Operación de mezcla</pre>	Macro usada para la preparación de la emulsión definida para el producto DL en el tanque Premix1
Emulsion2800B2_1	<pre>//BV // Macro para preparación = 2800 Tank_Transfer(I1, Premix2, 885.374, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0) Tank_Transfer(I2, Premix2, 254.8, 1+L(251,112), 0, 0) Tank_Transfer(I3, Premix2, 215.6, 1+L(251,112), 0, 0) Tank_Transfer(I4, Premix2, 313.6, 1+L(248,144), 0, 0) Tank_Transfer(I5, Premix2, 294, 1+L(248,144), 0, 0) Tank_Transfer(I6, Premix2, 441.083, 309 + L(614,951), 0, 0) wait 1 min Tank_Inc(Premix2,0.168) Tank_Dec(I7,0.168) //Tank_Transfer(I7, Premix2, 0.168, N(0.305,0.152), 0, 0) Tank_Transfer(I8, Premix2, 350, 245+L(131,536), 0, 0) Tank_Transfer(I9, Premix2, 31.111,20.6+L(78.8,354) , 0, 0) Tank_Transfer(I10, Premix2, 14.264,1+L(1.63,0.644), 0, 0) Tank_DoOperation(Premix2, 10)</pre>	Macro usada para la preparación de la emulsión definida para el producto BV en el tanque Premix2

		// Operación de mezcla	
	Emulsion2800B2_4	<pre>// DR // Macro para preparación = 2800 Tank_Transfer(I1, Premix2, 1721.767, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0) Tank_Transfer(I2, Premix2, 0, 1+L(251,112), 0, 0) Tank_Transfer(I3, Premix2, 0, 1+L(251,112), 0, 0) Tank_Transfer(I4, Premix2, 0, 1+L(248,144), 0, 0) Tank_Transfer(I5, Premix2, 176.4, 1+L(248,144), 0, 0) Tank_Transfer(I6, Premix2, 530.506, 309 + L(614,951), 0, 0) wait 1 min Tank_Inc(Premix2,65.543) Tank_Dec(I7,65.543) //Tank_Transfer(I7, Premix2, 65.543, N(0.305,0.152), 0, 0) Tank_Transfer(I8, Premix2, 294, 245+L(131,536), 0, 0) Tank_Transfer(I9, Premix2, 0, 20.6+L(78.8,354) , 0, 0) Tank_Transfer(I10, Premix2, 11.784, 1+L(1.63,0.644), 0, 0) Tank_DoOperation(Premix2, 10) // Operación de mezcla</pre>	Macro usada para la preparación de la emulsión definida para el producto DR en el tanque Premix2

TABLA 3.3

MACROS DEL MODELO DE SIMULACIÓN

3.4. Creación de Arribos

Los arribos nos permiten ingresar las entidades al sistema, estos contienen la planificación de un periodo. El periodo tomado a consideración es el mes de Abril del 2009. En nuestro caso la planificación es un archivo en Excel preparado para que el sistema lo pueda reconocer y leer, esto permite tener mayor flexibilidad y agilidad para realizar cambios.

3.5. Descripción de Simulación con Tanques

Los tanques, como ya se lo mencionó anteriormente, son simplemente locaciones en las cuales Promodel asocia un nivel de volumen. Usando tanques se puede modelar el fluido continuo de líquidos u otras sustancias que entran o salen de diferentes procesos. Esto combinado con la simulación discreta permite modelar de manera efectiva el intercambio de un fluido continuo con entidades discretas [2].

Para un apropiado funcionamiento, todos los modelos de tanques deben incluir el sub-modelo tanque (TANK-SUB.MOD). Este contiene subrutinas y elementos (arrays y macros) que se explicará más adelante. Este sub-modelo se carga de manera automática al crear el primer tanque [2].

Conceptos básicos de tanques

Debido a que los tanques no procesan entidades discretas, no se pueden definir rutas ni desde ni hacia los tanques. Para controlar el nivel de un tanque, Promodel provee de subrutinas predefinidas para llenar, vaciar y transferir el contenido del mismo. Para monitorear los niveles de los tanques e iniciar el flujo del contenido, se deben definir subrutinas de control. Para llamar a estas subrutinas se usa el comando ACTIVATE. Para modelar de manera efectiva los tanques, se deben conocer los siguientes conceptos.

Tank Level (Nivel del Tanque)

Promodel registra el nivel del tanque en un array previamente definido llamado Tank_Level.

The Flow Time Step

Para modelar fluido continuo, Promodel usa la macro Tank_TimeStep. Esta macro es el tiempo que transcurre entre cada llenado/vaciado de tanques.

Rate of Flow (Caudal)

Para hacer uso del caudal apropiadamente se deben definir las unidades (litros, kilos, etc.) por una unidad de tiempo. Al momento de llenar, vaciar o transferir se debe especificar el caudal.

Tank States (Estado de los Tanques)

Los tanques usan los estados para probar y registrar estadísticas. Promodel cambia el estado del tanque automáticamente al hacer uso de las subrutinas predefinidas para el control de los tanques. El detalle de los estados se lo puede observar en la tabla de macros.

Subrutinas Predefinidas

Para el control de los niveles en los tanques Promodel proporciona diferentes subrutinas predefinidas. Para el entendimiento completo del modelo se explicaran a detalle las subrutinas usadas en el mismo:

TANK_TRANSFER (<FROM Tank ID>, <TO Tank ID>, <Transfer Quantity>, <FROM Rate>, <TO Rate>, <Resume Level>)

Esta subrutina transfiere una cantidad específica de un tanque a otro. Se detallan los campos:

<FROM Tank ID>; el nombre del tanque de donde sale el contenido.

<TO Tank ID>; el nombre del tanque a donde ingresa el contenido.

<Transfer Quantity>; La cantidad total a ser transferida.

<FROM Rate>; caudal del tanque de salida.

<TO Rate>; caudal del tanque de entrada.

<Resume Level>; si el tanque de entrada se llena, este debe esperar a que llegue al nivel especificado en este campo para que reanude la transferencia.

TANK_INC (<Tank ID>, <Quantity>)

Incrementa instantáneamente el nivel del tanque en la cantidad especificada.

<Tank ID>; nombre del tanque.

<Quantity>; cantidad a incrementar.

TANK_DEC (<Tank ID>, <Quantity>)

Disminuye instantáneamente el nivel del tanque en la cantidad especificada.

<Tank ID>; nombre del tanque.

<Quantity>; cantidad a incrementar.

TANK_DOOPERATION (<Tank ID>, <Operation time>)

Cambia el estado del tanque a Tank_Operation y espera el tiempo de operación especificado.

<Tank ID>; nombre del tanque

<Operation time>; el tiempo de duración de la operación.

TANK_DOPREP (<Tank ID>, <Prep time>)

Cambia el estado del tanque a Tank_Setup y espera el tiempo de setup especificado. Esta función se la usó para la limpieza de los tanques.

<Tank ID>; nombre del tanque

<Prep time>; el tiempo de duración del setup.

Con esta información se pretende dar una introducción para realizar modelos continuos. Se detallaron las subrutinas que fueron usadas en el modelo.

Consideraciones del Modelo de Simulación

Para poder representar de la manera más realista posible la planta productiva de margarinas se realizó un diagrama de flujo de proceso; cabe resaltar que se tomaron todas las operaciones del proceso real y se tuvo que incluir otras operaciones ficticias, como ya anteriormente mencionamos.

La información utilizada para modelar el proceso fue obtenida por 3 fuentes:

- 1.- Datos históricos ya registrados por la planta.
- 2.- Datos Obtenidos por toma de tiempos de transferencia de ingredientes al tanque preparador.
- 3.- Planes de Producción utilizados para cumplir la demanda mensual.

La planta de margarinas tiene y practica la filosofía TPM (Total Preventive Maintenance) y 5S, por ende los registros y la administración de estos son la base para resolver cualquier problema que se presenta. Los datos que obtuvimos son tasas de la envasadora y el MPU, nominales y efectivas, nominales, como las tasas de fábrica del equipo y las efectivas, de registros históricos en base a las diferentes pérdidas que afectan a la eficiencia operacional de los equipos.

La eficiencia operacional (OEE) está definida por TPM como un indicador para medir la eficiencia desde el tiempo de carga hasta el tiempo de operación valuado. A continuación se mencionará las pérdidas más comunes:

- ✚ Arranque/parada
- ✚ Pequeñas paradas
- ✚ Cambio (change over)
- ✚ Gerenciamiento
- ✚ Mov. Operacionales
- ✚ Falla de equipo (breakdown)
- ✚ Velocidad (speed)
- ✚ Organización de línea
- ✚ Logística
- ✚ Defectos
- ✚ Re-trabajo, medición y ajuste.

3.6. Descripción del Modelo de Simulación

Dado que el modelo de simulación de la planta de margarinas tiene como inicio de sus procesos tanques preparadores y tanques buffers se vio la necesidad de realizar un pequeño estudio de tiempos para la transferencia de los ingredientes al tanque de preparación. Estos tanques como ya se mencionó anteriormente son simplemente locaciones en las cuales Promodel asocia un nivel de volumen a diferencia del ruteo de una entidad.

Usando tanques se puede modelar el fluido continuo de líquidos u otras sustancias que entran o salen de los tanques. Esto combinado con la simulación discreta permite modelar de manera efectiva el intercambio de un fluido continuo con entidades discretas [2].

La programación de la producción utilizada para la simulación de modelo consideró todos los flujos obtenidos para la preparación de los tanques, las pérdidas afectadas por la Eficiencia operacional y la secuencia del plan de un mes donde se obtuvo en la categoría de margarinas un nivel de servicio excelente con los indicadores productivos y financieros muy buenos.

En el siguiente diagrama se muestra el flujo y secuencia de las operaciones programadas en el modelo.

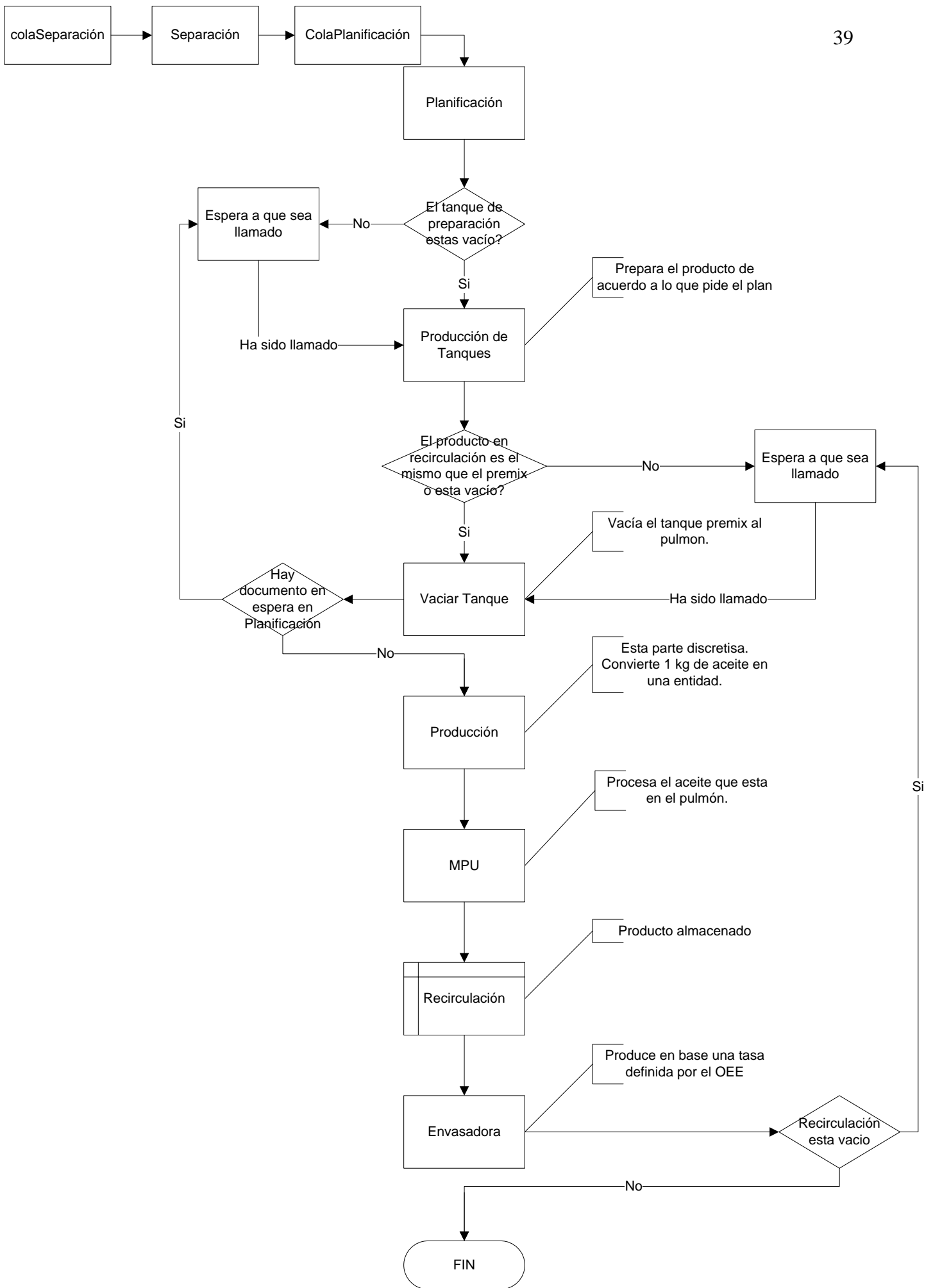


FIGURA 3.1

FLUJO DE PROCESOS DEL MODELO DE SIMULACIÓN

En resumen debido a la complejidad del modelo se vio la necesidad de buscar la manera ordenada de programar este modelo cumpliendo con todo el proceso productivo de las margarinas y sus limitantes. Se hizo uso del diagrama de flujo para identificar las operaciones de toma de decisiones y procesos que siguen la línea de producción. Se detalla la operación realizada, la entidad de entrada/salida y en que locación se realiza este proceso.

Cola de Separación

Entidad de Ingreso/Salida: PlanDiario

Locación: Cola_SepOrd

En esta locación no se realiza ninguna operación solo recibe las entidades generadas por el archivo de arribos ingresadas por el usuario.

Separación

Entidad de Ingreso: PlanDiario

Entidad de Salida: OrdenProduccionB1, OrdenProduccionB2

Locación: Separacion_Ordenes

En esta locación se realiza la separación del PlanDiario en órdenes de producción. En esta operación las órdenes se separarán en lotes de 3.8 ton (OrdenProduccionB1) o 2.8 ton (OrdenProduccionB2). Con esto se controla que los tanques no sobrepasen la capacidad máxima en el tanque de preparación (Premix1 y Premix2) y de almacenaje (Pulmón1 y Pulmón2). Se crea el número de órdenes de producción necesarias para cumplir con la cantidad definida en el atributo de la entidad de ingreso PlanDiario.

Cola de Planificación

Entidad de Ingreso/Salida: OrdenProduccionB1, OrdenProduccionB2

Locación: Cola_PlanificacionB1, Cola_PlanificacionB2

En esta locación no se realiza ninguna operación solo recibe las entidades y las mantiene en cola hasta que haya capacidad en la locación siguiente.

Planificación

Entidad de Ingreso/Salida: OrdenProduccionB1, OrdenProduccionB2

Locación: PlanificacionB1, PlanificacionB2

En esta locación se realizan dos operaciones. La primera por medio de atributo limpiezaB1 y limpiezaB2, evalúa si se requiere la limpieza de la línea y la segunda operación por medio de un filtro “if” verifica que el tanque de preparación esté disponible.

Si el tanque de preparación está disponible este continuará con la siguiente operación y si está ocupado, este hará esperar la entidad para luego ser llamada por el comando send.

Producción de Tanques

Entidad de Ingreso/Salida: OrdenProduccionB1, OrdenProduccionB2

Locación: ProduccionB1Tanques, ProduccionB2Tanques

En esta locación se hace la preparación de los taques. Dependiendo de la fórmula transfiere todos los ingredientes al tanque de preparación (Premix1, Premix2) y realiza la operación de mezcla. Luego de esto se

transfiere al tanque de almacenaje (Pulmón1, Pulmón2). Para que la emulsión sea transferida al tanque de almacenaje se deben cumplir una de dos condiciones: que el tanque este vacío o que el tanque contenga la misma emulsión que el tanque de almacenaje. Esto se realiza por medio de un filtro “Atributo Producto” comparado con las variables ValorActB1 y ValorActB2 que son los productos en el sistema. En el caso que ninguna de las dos condiciones se cumplan, la entidad espera hasta ser llamada por el comando send.

Vaciar de Tanque

Entidad de Ingreso/Salida: OrdenProduccionB1, OrdenProduccionB2

Locación: VaciadoTanqueB1, VaciadoTanqueB2

La primera operación que realiza esta locación es cambiar a la variable ValorActB1 o ValorActB2, esto sirve para llevar el control de la emulsión que circula por el sistema. Luego de esto corre un bucle hasta que el tanque de preparación este vacío.

Por último revisa si existen órdenes pendientes de atender en la operación Planificación, de ser así se la envía por medio del comando send desde la locación PlanificacionB1 y PlanificacionB2 hasta la

locación ProduccionB1Tanques y ProduccionB2Tanques para que se realice la preparación dado que el tanque de preparación se vació.

Producción

Entidad de Ingreso/Salida: OrdenProduccionB1, OrdenProduccionB2

Locación: ProduccionB1, ProduccionB2

Esta locación realiza la operación donde la emulsión de producto se convierte en entidades, básicamente convierte 1 kilo de emulsión en una entidad (Se convierte de continua a discreta). En el momento que se discretisa la emulsión pasa del Tanque Pulmón hasta el MPU. Luego crea la entidad por medio del comando ORDER en la locación Kombinator/Votator (MPU).

Esta es la última locación que maneja la parte continua del modelo luego de esto se comporta de manera discreta en entidades de 1 kilo de producto.

MPU

Entidad de Ingreso/Salida: Entidades de Producto

Locación: Kombinator, Votator

Se realiza la operación de cristalización que la cual demora 1.5 min para 1 kilo de producto.

Recirculación

Entidad de Ingreso/Salida: Entidades de Producto

Locación: RecirculacionB1, RecirculacionB2

Locación de almacenaje la cual mantiene en cola el producto hasta que pueda ser atendido por la envasadora.

Envasadora

Entidad de Ingreso/Salida: Entidades de Producto

Locación: B1, B2 y Em

Se realiza la operación final de envasado. El tiempo de envasado se lo obtuvo por medio de las tasas manejadas al momento de la planificación afectadas por la eficiencia operacional. Esta ultima locación registra en

un array las horas en que salen los lotes completos esta información luego es exportada. Con esta información se realizó la validación.

Para mayor información de la programación del modelo de simulación de la planta de margarinas, se puede consultar el Apéndice donde se encuentra la programación escrita en el lenguaje y formato empleado por ProModel.

CAPÍTULO 4

4. VALIDACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

4.1. Tipo de Simulación

Los tipos de modelos de simulación pueden ser clasificados en 2 grandes grupos iniciales, físicos y matemáticos. El modelo en estudio es de tipo matemático ya que utiliza ecuaciones y lógica en representación al proceso real.

Los modelos matemáticos pueden ser clasificarlos como: determinísticos o estocásticos y discretos o continuos. El modelo en estudio tiene una combinación de todos los tipos mencionados, ya que emplea variables determinísticas como aleatorias y representan tanto procesos discretos como continuos.

El modelo presentado de forma general es de tipo determinístico, ya que no posee es su mayoría variables aleatorias en sus operaciones, a

excepción del tiempo de transferencia de los ingredientes al tanque preparador, el cual tuvo que ser modelado de acuerdo a una variable aleatoria ya que la empresa no tiene registros de este tiempo.

Para la operación de transferencia se realiza una medición del flujo de cada material logrando obtener mediante un análisis estadístico de datos usando el programa STAT FIT, la distribución a la que pertenece cada ingrediente. Por ende la transferencia de aceites al tanque preparador es la operación que trabaja de manera estocástica en el modelo, las demás operaciones trabajan de manera determinística.

La simulación con tanques tiene como parámetro la tasa del flujo del líquido, esto hace que se tenga una simulación continua, pero se transforma en un modelo discreto al pasar a las siguientes operaciones.

La validación del modelo tiene como objetivo asegurar que al momento de correr y arrojar los resultados, se comporten de acuerdo al proceso real.

Este proceso es un ejercicio de prueba y error desarrollando a lo largo de la modelación, realizando ajustes a la lógica, agregando datos, incluso haciendo grandes cambios que pueden generar la transformación del modelo de simulación.

4.2. Selección de Variables de Respuesta

El objetivo de un estudio de simulación es, en definitiva, adquirir mayor conocimiento sobre el comportamiento de su sistema gracias a la exploración de cada una de las operaciones del proceso y el de las alternativas de mejora generadas por un conjunto restringido de factores, En particular nos interesará determinar el rendimiento global del sistema y de algunos de sus componentes a fin de establecer los criterios que nos conducirán a tomar una decisión determinada.

En la selección de variables de respuestas se trabajará con diferentes tipos de medidas, en los siguientes apartados se discutirá algunas de las variables seleccionadas a los objetivos planteados al inicio.

En este estudio nos referimos a diversos tipos de problemas, como la identificación de cuellos de botella en el proceso y su influencia en el rendimiento a largo plazo, y la comparación de alternativas propuestas de secuenciación y su influencia en el rendimiento del sistema.

Las variables de Respuesta e indicadores de desempeño seleccionados fueron:

- Tiempos de salida obtenidos por el modelo de simulación de cada una de las órdenes de producción en el mes a estudiar.

Esta variable permitirá comparar el tiempo de salida real de cada una de las cantidades fabricadas versus los tiempos de salida arrojados por el modelo. La comparación de estos valores permitirá validar si efectivamente el proceso en el modelo de simulación refleja los tiempos reales empleados durante la producción.

Para obtener esta variable de respuesta el modelo de simulación utilizó el atributo índice, este atributo sirve para identificar la salida de cada entidad que representa 1kg de cualquier producto, la función de este atributo es sumar cada entidad hasta completar la cantidad total

planificada, dando como respuesta la hora en que este plan se completa. El atributo índice es colocado en el archivo de arribos ingreso por el usuario.

- Porcentaje de Utilización de cada operación del proceso.

La utilización mide el tiempo ocupación de cada operación (Tanque de Preparación, Tanque Pulmón, MPU y Envasadora) versus el tiempo efectivo (tiempo total disponible para la producción sin considerar mantenimientos o paradas planeadas).

Los porcentajes de utilización son arrojados por el programa al momento de realizar la corrida de todo el mes en estudio.

- La cantidad de desperdicio por cada cambio de formato, de acuerdo a las diferentes secuencias utilizadas en el estudio.

Esta es una de las variables de respuesta que permiten evaluar nuestras alternativas de mejora referentes a los cambios de secuenciación y no será utilizada para la validación del modelo. La

empresa en estudio tiene procedimientos para los cambios de formato de cada producto, estos cambios generan un costo los cuales serán evaluados con el objetivo de determinar la alternativa más eficiente para la compañía.

4.3. Selección de Indicadores

Los indicadores que se utilizaran son:

- Porcentaje de Utilización de cada operación del proceso.
- Diferencia de los tiempos de salida reales y los que obtuvieron por el modelo de simulación.

4.4. Comparación de Datos entre la Simulación y lo Real

Se realizó la simulación de un mes en particular de la empresa en estudio, para esto se obtuvo como información inicial la secuencia semanal de producción, las respectivas cantidades y los indicadores de productividad obtenidos en dicho mes (Eficiencia y Cumplimiento de planes de producción), cabe indicar que durante este mes fueron muy satisfactorios e incluso el nivel de servicio fue uno de los mejores del 2009.

La comparación de los datos obtenidos se los analizó en el programa MINITAB 14, a continuación se mostrará la tabla con los resultados.

Dado que se quiere demostrar que la simulación representa de manera confiable las operaciones de la planta se plantean las siguientes hipótesis para la línea B1:

H_0 : No existe diferencia significativa entre los tiempos de salida promedio reales de la línea B1 y los obtenidos por el modelo.

H_1 : La diferencia de las medias de los datos de salida reales de la línea B1 y los obtenidos por el modelo es diferente de cero.

$$\mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$\mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

One-Sample T: Diferencia B1

Test of mu = 0 vs. not = 0

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI
T					
Diferencia B1	23	0.347826	1.070628	0.223241	(-0.115148, 0.810801)
		1.56			

Variable	P
Diferencia B1	0.133

TABLA 4.1

RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE HIPÓTESIS PARA LA LÍNEA B1

Debido a que el P-Valor es mayor a 0.05 con una confianza del 95% se puede concluir que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. Es decir que la línea B1 en la simulación representa exitosamente la operación de la misma, en la planta.

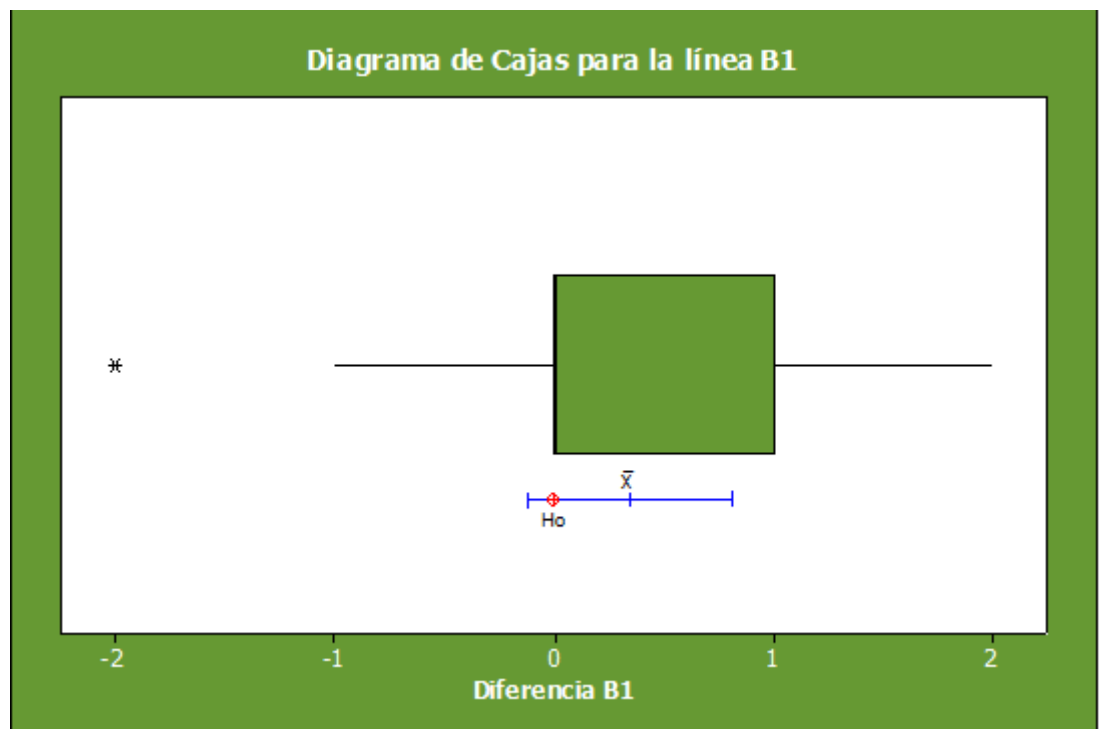


FIGURA 4.1
DIAGRAMA DE CAJAS DE LA DIFERENCIA DE LOS TIEMPOS DE SALIDA REALES Y LOS OBTENIDOS POR EL MODELO PARA LA LINEA B1

En el grafico anterior se observa que las diferencias entre los tiempos oscilan entre cero y una hora. Al observar el intervalo de confianza podemos notar que el cero se encuentra incluido dentro del mismo lo que confirma lo obtenido en la prueba de hipótesis antes realizada

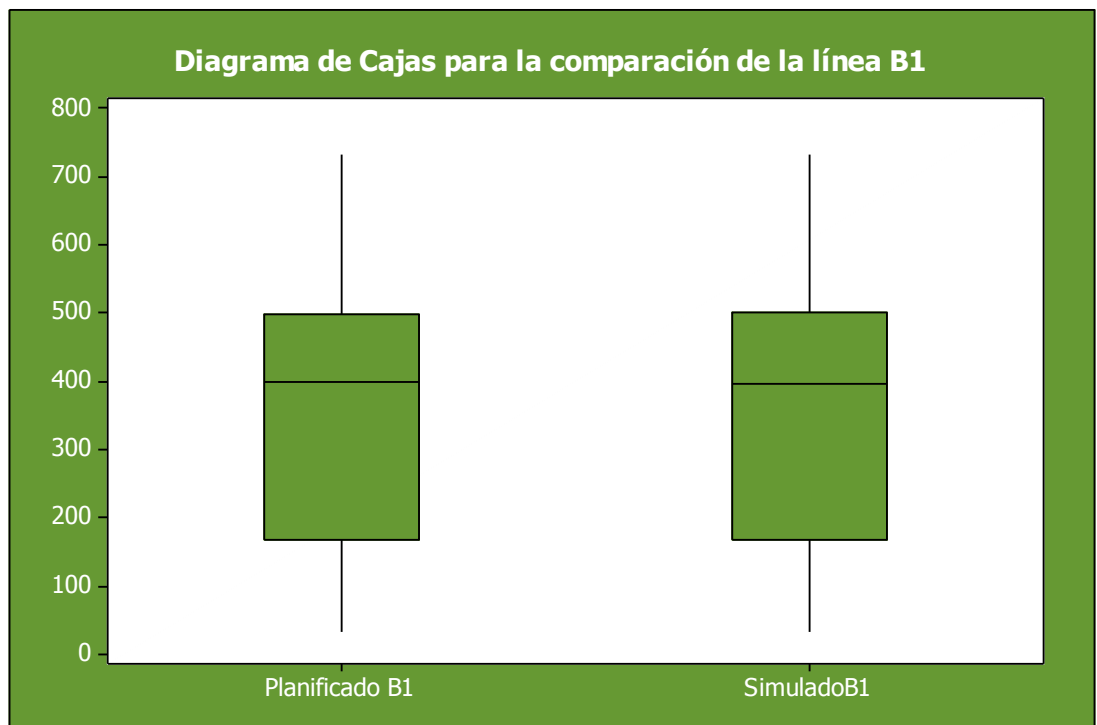


FIGURA 4.2
DIAGRAMA DE CAJAS DE LOS TIEMPOS DE SALIDA Y
OBSERVADOS EN EL MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA LÍNEA B1

Este gráfico presenta los dos diagramas de cajas de los datos reales y simulados de los tiempos de salida de la línea B1. Podemos observar que su diferencia es mínima.

Por último se demostrará que la simulación representa de manera confiable las operaciones de la planta se plantean las siguientes hipótesis para la línea B2:

H_0 : No existe diferencia significativa entre los tiempos de salida promedio reales de la línea B2 y los obtenidos por el modelo.

H_1 : La diferencia de las medias de los datos de salida reales de la línea B2 y los obtenidos por el modelo es diferente de cero.

$$\mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$\mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

One-Sample T: Diferencia B2

Test of $\mu = 0$ vs. not = 0

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T
Diferencia B2	13	0.384615	0.869718	0.241217	(-0.140950, 0.910181)	1.59

Variable	P
Diferencia B2	0.137

TABLA 4.2

RESULTADO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA LA LÍNEA B2

Debido a que el P-Valor es mayor a 0.05 con una confianza del 95% se puede concluir que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. Es decir que la línea B2 en la simulación representa exitosamente la operación de la misma, en la planta.

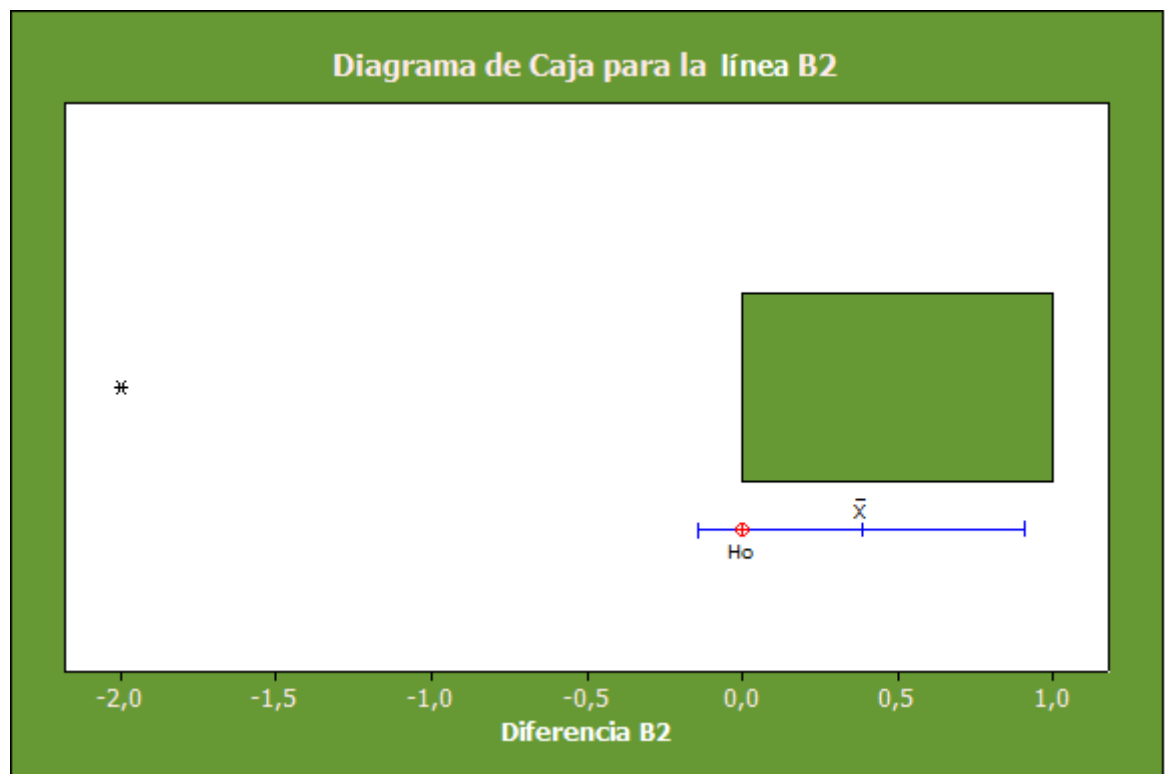


FIGURA 4.3
DIAGRAMA DE CAJAS DE LA DIFERENCIA DE LOS TIEMPOS DE SALIDA REALES Y LOS OBTENIDOS POR EL MODELO PARA LA LÍNEA B2

En el grafico anterior se observa que las diferencias entre los tiempos oscilan entre cero y una hora. Al observar el intervalo de confianza podemos notar que el cero se encuentra incluido dentro del mismo lo que confirma lo obtenido en la prueba de hipótesis antes realizada

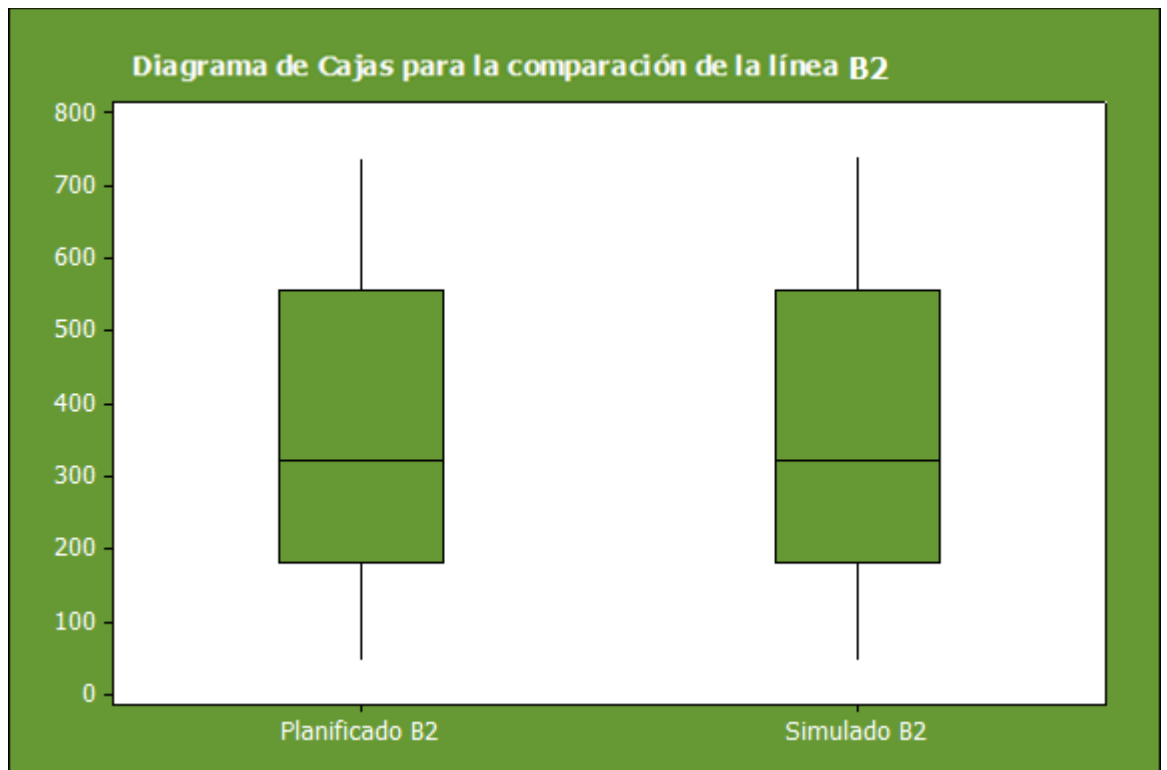


FIGURA 4.4
DIAGRAMA DE CAJAS DE LOS TIEMPOS DE SALIDA Y
OBSERVADOS EN EL MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA LÍNEA B2

Este grafico presenta los dos diagramas de cajas de los datos reales y simulados de los tiempos de salida de la línea B2. Se puede observar que su diferencia es mínima.

Entidad	Utilización de Capacidad Real (%)	Utilización de Capacidad Simulado (%)
B1	74,27%	74,60%
Em	15,23%	14,43%
B2	32,39%	30,29%

TABLA 4.3
COMPARACIÓN DE LA HORA DE SALIDA ENTRE EL PLAN REAL Y
EL PLAN SIMULADO

Al comparar los resultados de la utilización de los equipos se puede observar que los resultados en la realidad son muy similares a los obtenidos en el modelo de simulación.

Al finalizar estos análisis se puede concluir que el modelo de simulación se comporta igual al proceso real para la línea B1 y para la línea B2; y podrá ser utilizado para resolver los objetivos planteados en este estudio.

CAPÍTULO 5

5. PLANTEAMIENTO Y VALIDACIÓN DE CAMBIOS

5.1. Modelación de Cambios

En el presente capítulo se procederá a plantear las alternativas de cambios o mejoras que nos permitan satisfacer los objetivos planteados inicialmente. Una vez evaluados los cambios, se presentará el impacto técnico como económico de los mismos.

Los cambios a analizar serán:

- Evaluación de diferentes métodos de secuenciamiento
- Evaluación de desempeño de cada operación a largo plazo, desplazando volumen a la línea B2

A continuación se detalla y se describe cada una de las alternativas planteadas

5.1.1. Evaluación de diferentes métodos de secuenciamiento

Los diferentes productos que maneja la empresa en estudio obligan a realizar un control y seguimiento a los planes de producciones anuales, mensuales y semanales (políticas de inventario negociadas entre los departamentos involucrados), con el objetivo de tener el producto en el momento y cantidad solicitada.

Un plan de secuenciamiento de producción tiene como objetivo final optimizar los cambios de formato y los tamaños de lote a producir. En esta sección se enfocará en la primera alternativa mencionada, en este caso se analizará cuál será la secuencia menor impacto considerando que un plan de producción semanal incluye todos los formatos en la línea de producción B1.

Los productos como se mencionó anteriormente están segmentados para diferentes mercados, por ende se enfocará a realizar el análisis por familia de producto, la primera familia es la B, como anteriormente se lo mencionó representan el 90% del volumen anual. Los productos D representan el 10% del volumen anual.

No se enfocará al secuenciamiento de productos entre las 2 familias, ya que está significativamente soportado y demostrado cual es la diferencia y que es lo que pesa al momento de secuenciar estos productos. Cada una de las familias de productos está compuesta por diferentes ingredientes de modo que para cambiar de formato entre un producto B a un producto D se generaría una actividad en el secuenciamiento de gran impacto. Esta actividad es una operación de limpieza y enjuague de 8 horas en todas las maquinarias utilizadas en el proceso, desde el inicio de la transformación de materia prima hasta el final, comenzando por la preparación hasta la línea de envasado. Por otro lado al realizar el cambio de producto desde la familia D hasta la B o entre productos de la misma familia solo se realizará un empuje, este empuje se produce al momento de pasar el siguiente producto por la tubería mezclando y arrastrando el contacto entre los productos, el producto fabricado lo arrastrará por las tuberías llevándolo al tanque de desperdicio, esta acción ha sido establecida para cada cambio, esto quiere decir que el operador de la línea tiene cronometrado el tiempo de arrastre hasta conseguir que la línea expulse el producto a fabricar, no el producto fabricado y la mezcla entre los dos.

Esta limpieza es una operación exigida por el comité de calidad, desarrollo y el de buenas prácticas de manufactura de la empresa, adicional a esto la limpieza de 8 horas en particular no afecta el índice de eficiencia por ende si en algún momento se requiere alternar el secuenciamiento desde productos B hacia productos D, esta limpieza estaría considerada como una actividad dentro del plan.

Como se mencionó en el capítulo anterior, la empresa cuenta con información completa de los diferentes cambios de formato entre los productos, el parámetro que mediremos en cada una de las diferentes secuencias será la cantidad de desperdicio junto con su respectivo costo, el cual se modelará para cada una de las diferentes opciones.

En la línea B1 la familia B posee moldes con formatos de 250 y 500 gramos, fabricando diferentes productos, dando un total de 6 skus, la cual detallamos a continuación:

- BV250 y BV500
- BL250 y BL500

- BC250 y BC500

La familia D posee moldes con formatos 250 y 500 gramos, fabricando cantidad menor a la anterior familia de diferentes productos, dando un total de 3 skus, la cual detalla a continuación:

- DR250 y BR500
- DL250

Entidad de Entrada	Entidad de Salida	Logica
E_V500	E_V250	wait 120 min□□
E_L250	E_V250	wait 30 min
E_L500	E_V250	wait 120 min
E_C250	E_V250	wait 30 min
E_C500	E_V250	wait 120 min
D_R250	E_V250	DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200
D_R500	E_V250	DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200
D_L250	E_V250	DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200
D_L500	E_V250	DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200
E_L500	E_L250	wait 120 min
E_C250	E_L250	wait 30 min
E_C500	E_L250	wait 120 min
D_R250	E_L250	DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200
D_R500	E_L250	DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200
D_L250	E_L250	DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200
D_L500	E_L250	DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200
E_V250	E_L250	DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 150
E_V500	E_L250	wait 120 min
E_C500	E_C250	wait 120 min
D_R250	E_C250	DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200
D_R500	E_C250	DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200
D_L250	E_C250	DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200
D_L500	E_C250	DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200
E_V250	E_C250	wait 30 min
E_V500	E_C250	wait 120 min
E_L250	E_C250	wait 30 min
E_L500	E_C250	wait 120 min
D_R500	D_R250	wait 120 min
D_L250	D_R250	wait 30 min
D_L500	D_R250	wait 120 min
E_V250	D_R250	wait 30 min
E_V500	D_R250	wait 120 min

TABLA 5.1 COMBINACIONES DE LOS CAMBIOS DE FORMATOS ENTRE LOS SKUS

Como se puede ver en la tabla, hay ciertos parámetros para cada combinación de cambio de formatos. En los cambios de formatos existen dos pérdidas el tiempo de espera y desperdicio, estas pérdidas pueden ser originadas por:

- La emulsión es la misma pero se cambia de un formato de 250 a 500 gramos o viceversa para este cambio se requiere una espera de 120 min.
- La emulsión cambia pero el formato se mantiene esto genera desperdicio y un tiempo de espera de 30 min.
- La emulsión cambia y el formato cambia de 250 a 500 gramos o viceversa generando un desperdicio y una espera de 120 min.

5.1.1.1. Cambios Incorporados en el Modelo de Simulación

Para este estudio fueron modeladas 3 diferentes opciones de secuenciamiento.

El objetivo será obtener de cada escenario de secuenciación la cantidad total de kilos y dólares de emulsión que se desperdiciarán en cada una de ellas y de este modo identificar la alternativa adecuada.

Los skus a fabricar en cada uno de los escenarios están colocados dentro de rectángulos que tendrán en la parte superior un círculo identificado con un número que indicará el orden en que se fabricarán.

A continuación se detalla las diferentes 6 alternativas de secuenciación que analizará:

Para la familia D:

1. Modelo (DL250 – DR250 – DR500)

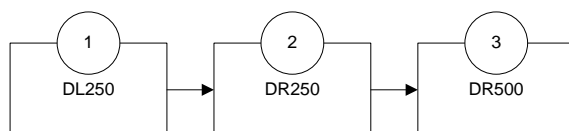


FIGURA 5.1 SECUENCIAMIENTO PARA EL 1ER MODELO
PROPUESTO

2. Modelo (DR500 – DR250 – DL250)

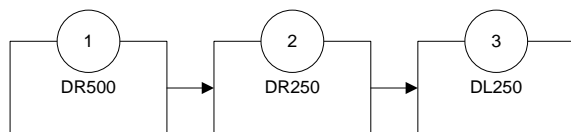


FIGURA 5.2 SECUENCIAMIENTO PARA EL 2DO MODELO
PROPUESTO

3. Modelo (DR500 – DL250 – DR250)

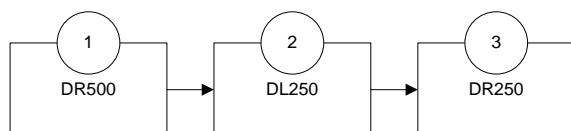


FIGURA 5.3 SECUENCIAMIENTO PARA EL 3ER MODELO
PROPUESTO

Para la familia B:

4. Modelo (BL500 – BV500 – BC500 – BC250 – BV250 – BL250)

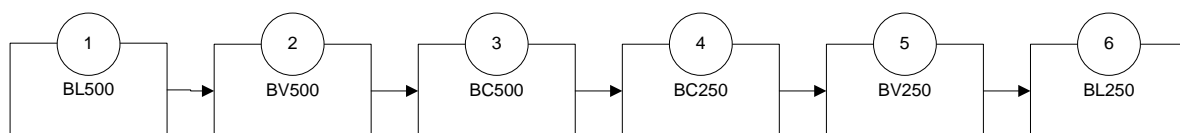


FIGURA 5.4 SECUENCIAMIENTO PARA EL 4TO MODELO
PROPUESTO

5. Modelo (BC500 – BL500 – BV500 – BV250 – BL250 – BC250)

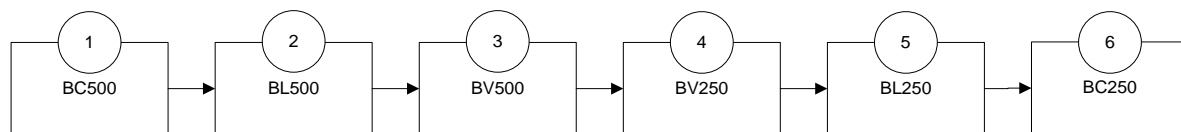


FIGURA 5.5 SECUENCIAMIENTO PARA EL 5TO MODELO
PROPUESTO

6. Modelo (BL500 – BC500 – BV500 – BV250 – BC250 – BL250)

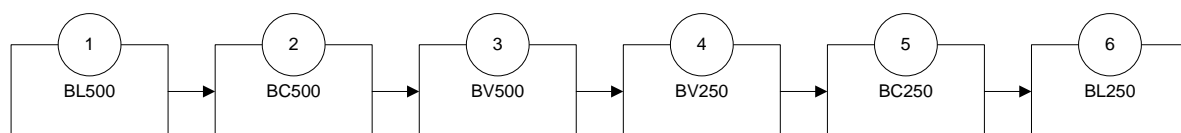


FIGURA 5.6 SECUENCIAMIENTO PARA EL 6TO MODELO
PROPUESTO

5.1.1.2. Evaluación de Resultados

La información que se obtiene es la cantidad de emulsión que se desperdiciará por cada cambio de formato junto con su respectivo costo. A continuación los resultados arrojados por ProModel y validados con cada una de las secuencias propuestas.

Para el 1er modelo (DL250 – DR250 – DR500), los resultados fueron los siguientes:

Nombre de la Máquina	Entidad	# de Cambio de Formato	Tiempo por Cada Cambio de Formato (Min)	Desperdicio por Cada Cambio de Formato (Kg)	Costo de emulsión (\$/Kg)	Costo Total por Cambio de Formato
B1	DL250	0	0	75,00	\$ 0,86	\$ 64,72
B1	DR250	1	30	75,00	\$ 1,06	\$ 79,20
B1	DR500	1	120	0,00	\$ 1,06	\$ 0,00
Total		2	150	150,00		\$ 143,92

TABLA 5.2 RESULTADOS DEL 1ER MODELO DE SECUENCIAMIENTO PROPUESTO

Para el 2do modelo (DR500 – DR250 – DL250), los resultados fueron los siguientes:

Nombre de la Máquina	Entidad	# de Cambio de Formato	Tiempo por Cada Cambio de Formato (Min)	Desperdicio por Cada Cambio de Formato (Kg)	Costo de emulsión (\$/Kg)	Costo Total por Cambio de Formato
B1	DR500	0	0	0,00	\$ 1,06	\$ 0,00
B1	DR250	1	120	100,00	\$ 1,06	\$ 105,61
B1	DL250	1	30	100,00	\$ 0,86	\$ 86,29
Total		2	150	200,00		\$ 191,89

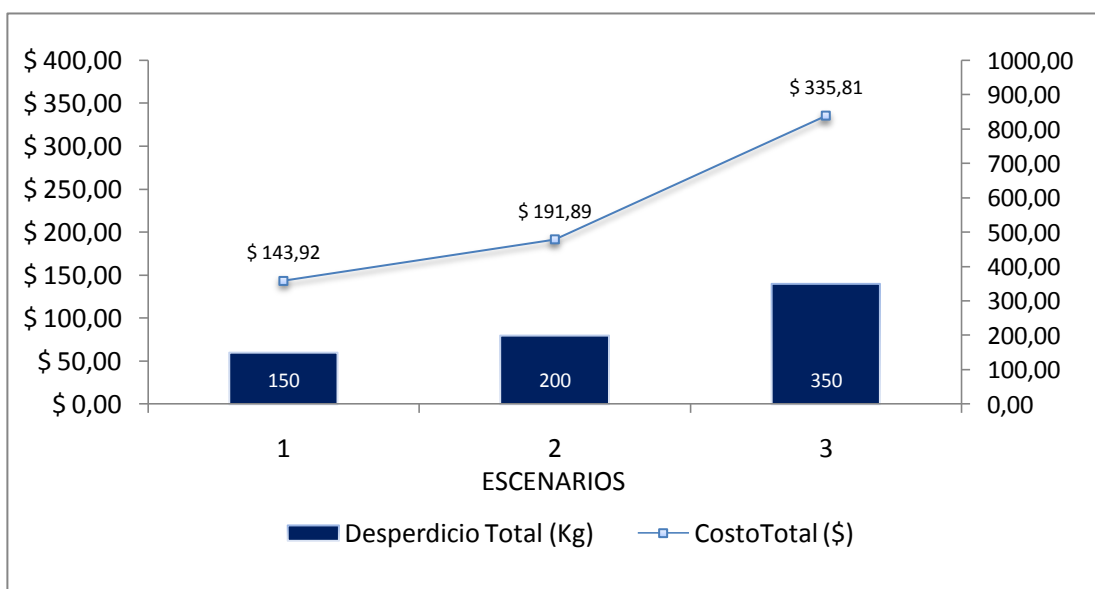
TABLA 5.3 RESULTADOS DEL 2DO MODELO DE SECUENCIAMIENTO PROPUESTO

Para el 3er modelo (DR500 – DL250 – DR250), los resultados fueron los siguientes:

Nombre de la Máquina	Entidad	# de Cambio de Formato	Tiempo por Cada Cambio de Formato (Min)	Desperdicio por Cada Cambio de Formato (Kg)	Costo de emulsión (\$/Kg)	Costo Total por Cambio de Formato
B1	DR500	0	0	100,00	\$ 1,06	\$ 105,61
B1	DL250	1	120	175,00	\$ 0,86	\$ 151,00
B1	DR250	1	30	75,00	\$ 1,06	\$ 79,20
Total		2	150	350,00		\$ 335,81

TABLA 5.4 RESULTADOS DEL 3ER MODELO DE SECUENCIAMIENTO PROPUESTO

Para todos los modelos planteados para la familia D tenemos el mismo tiempo perdido pero diferentes cantidades de producto desperdiciado, en relación a este parámetro la secuencia menos impactante es la 1ra opción debido a que es la más rentable en base a costos.



**FIGURA 5.7 RESULTADOS DEL DESPERDICIO Y COSTOS
GENERADOS POR LA FAMILIA D**

En los siguientes 3 modelos se incluyen los productos de la familia B, los resultados se muestran a continuación:

Para el 4to modelo (BL500 – BV500 – BC500 – BC250 – BV250 – BL250), los resultados fueron los siguientes:

Nombre de la Máquina	Entidad	# de Cambio de Formato	Tiempo por Cada Cambio de Formato (Min)	Desperdicio por Cada Cambio de Formato (Kg)	Costo de emulsión (\$/Kg)	Costo Total por Cambio de Formato
B1	BL500	0	0	75,00	\$ 0,79	\$ 58,89
B1	BV500	1	30	175,00	\$ 0,93	\$ 162,44
B1	BC500	1	30	100,00	\$ 0,91	\$ 91,42
B1	BC250	1	120	100,00	\$ 0,91	\$ 91,42
B1	BV250	1	30	200,00	\$ 0,93	\$ 185,64
B1	BL250	1	30	100,00	\$ 0,79	\$ 78,53
Total		5	240	750,00		\$ 668,34

**TABLA 5.5 RESULTADOS DEL 4TO MODELO DE
SECUENCIAMIENTO PROPUESTO**

Para el 5to modelo (BC500 – BL500 – BV500 – BV250 – BL250 – BC250), los resultados fueron los siguientes:

Nombre de la Máquina	Entidad	# de Cambio de Formato	Tiempo por Cada Cambio de Formato (Min)	Desperdicio por Cada Cambio de Formato (Kg)	Costo de emulsión (\$/Kg)	Costo Total por Cambio de Formato
B1	BC500	0	0	100,00	\$ 0,91	\$ 91,42
B1	BL500	1	30	175,00	\$ 0,79	\$ 137,42
B1	BV500	1	30	75,00	\$ 0,93	\$ 69,62
B1	BV250	1	120	100,00	\$ 0,93	\$ 92,82
B1	BL250	1	30	200,00	\$ 0,79	\$ 157,05
B1	BC250	1	30	100,00	\$ 0,91	\$ 91,42
Total		5	240	750,00		\$ 639,75

TABLA 5.6 RESULTADOS DEL 5TO MODELO DE SECUENCIAMIENTO PROPUESTO

Para el 6to modelo (BL500 – BC500 – BV500 – BV250 – BC250 – BL250), los resultados fueron los siguientes:

Nombre de la Máquina	Entidad	# de Cambio de Formato	Tiempo por Cada Cambio de Formato (Min)	Desperdicio por Cada Cambio de Formato (Kg)	Costo de emulsión (\$/Kg)	Costo Total por Cambio de Formato
B1	BL500	0	0	75,00	\$ 0,79	\$ 58,89
B1	BC500	1	30	175,00	\$ 0,91	\$ 159,98
B1	BV500	1	30	100,00	\$ 0,93	\$ 92,82
B1	BV250	1	120	100,00	\$ 0,93	\$ 92,82
B1	BC250	1	30	200,00	\$ 0,91	\$ 182,83
B1	BL250	1	30	100,00	\$ 0,79	\$ 78,53
Total		5	240	750,00		\$ 665,88

TABLA 5.7 RESULTADOS DEL 6TO MODELO DE SECUENCIAMIENTO PROPUESTO

Para todos los modelos planteados para la familia B tenemos el mismo tiempo perdido y las mismas cantidades desperdiciadas al final del ejercicio, los costos por kilos de los productos son muy similares por ende no se ve una diferencia significativa entre los modelos planteados. De todas maneras el modelo que genera menor costo es el 5to modelo.

Es importante comentar que los productos BC250 y BC500 a pesar de que están incluidos en la familia B (90% del volumen de la empresa) no representan un volumen considerable y en la práctica estos productos debido al lote mínimo de preparación se recomienda secuenciarlos uno a continuación de otro, el 5to y 6to modelo no satisfacen esta consideración únicamente lo hace el modelo 4to.

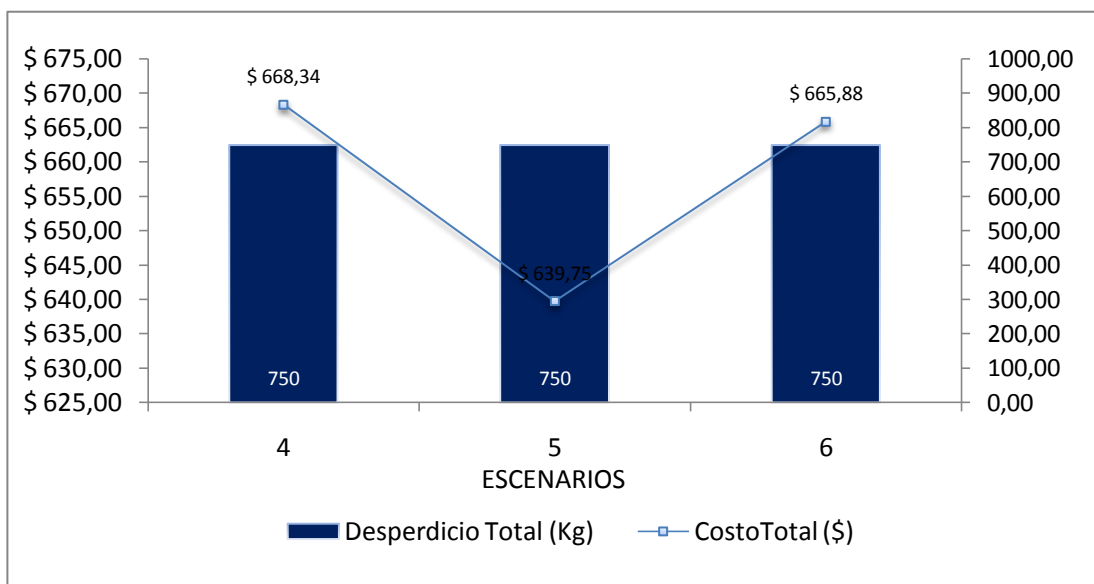


FIGURA 5.8 RESULTADOS DEL DESPERDICIO Y COSTOS GENERADOS POR LOS ESCENARIOS DE LA FAMILIA B

En conclusión considerando el costo más bajo y la posibilidad de secuenciar de manera continua los skus BC, se sugiere el empleo del 4to o 5to modelo evaluado.

5.1.2. Evaluación de desempeño de cada operación a largo plazo

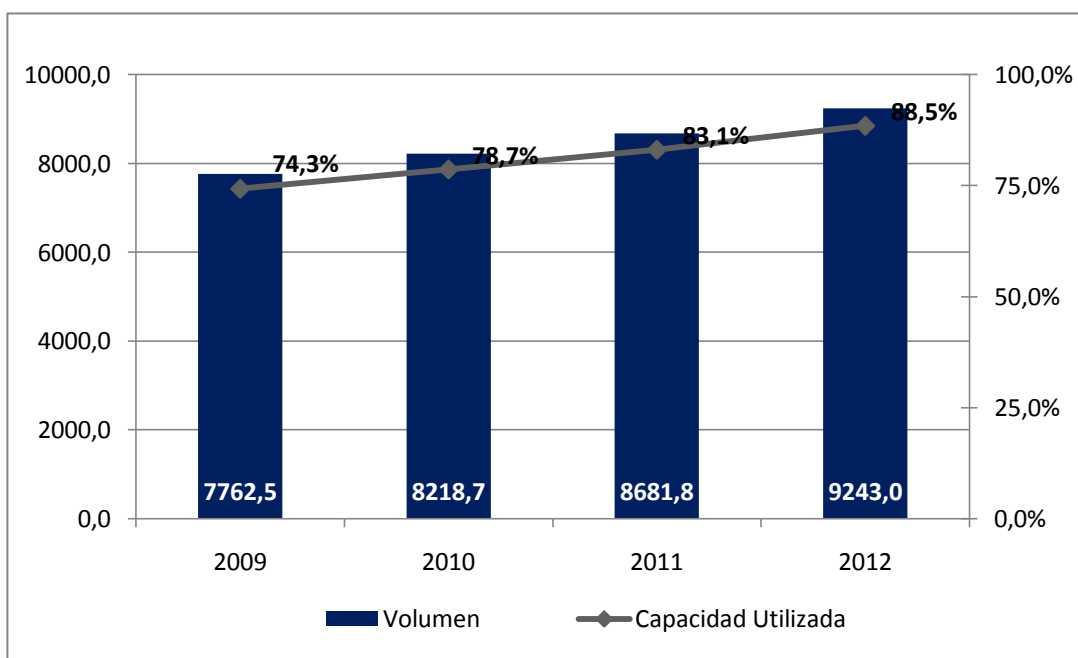
Normalmente se utilizan archivos en Excel para evaluar el desempeño de una planta de producción en el corto, mediano y largo plazo, determinando si se tendrá la suficiente disponibilidad de capacidad en los equipos para abastecer los volúmenes que proyecta la empresa vender en el futuro. Esta es una limitada manera de realizar análisis dado que se centra en las operaciones restrictivas y no en toda la operación. Lo que puede ocasionar que las inversiones realizadas para aumentar capacidad no resulten como se esperan. Adicionalmente esta forma de análisis no permite evaluar diferentes escenarios que por experiencia de la planta se podrían presentar.

A continuación se muestra un resumen del escenario a largo plazo de la planta en el cual se observa la utilización de la línea B1 a medida que el volumen de producto se incrementa.

Para la línea B1:

Año	Volumen	Capacidad Utilizada
2009	7762,5	74,3%
2010	8218,7	78,7%
2011	8681,8	83,1%
2012	9243,0	88,5%

TABLA 5.8 TABLA DE RESULTADOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL
PARA LA LINEA B1



**FIGURA 5.9 RESULTADOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL PARA LA
LINEA B1**

Analizando el cuadro vemos una tendencia elevada de crecimiento en la capacidad de utilizada de la línea de envasado, llegando incluso al nivel máximo permisible por una planta de manufactura (80%). Comprometerse con un nivel de utilización igual o mayor al 80% mostrado en la gráfica anterior a partir del 2011, es muy riesgoso ya que las plantas están sometidas a eventos extraordinarios externos no controlables y las recomendaciones es que las líneas envasadoras tengan copado no más del 80% de su capacidad.

Para la línea B2 y Em:

Año	Volumen	Capacidad Utilizada
2009	3145,3	47,5%
2010	3191,6	48,4%
2011	3239,1	49,4%
2012	3287,8	50,4%

**TABLA 5.9 TABLA DE RESULTADOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL
PARA LA LINEA B2 Y EM**

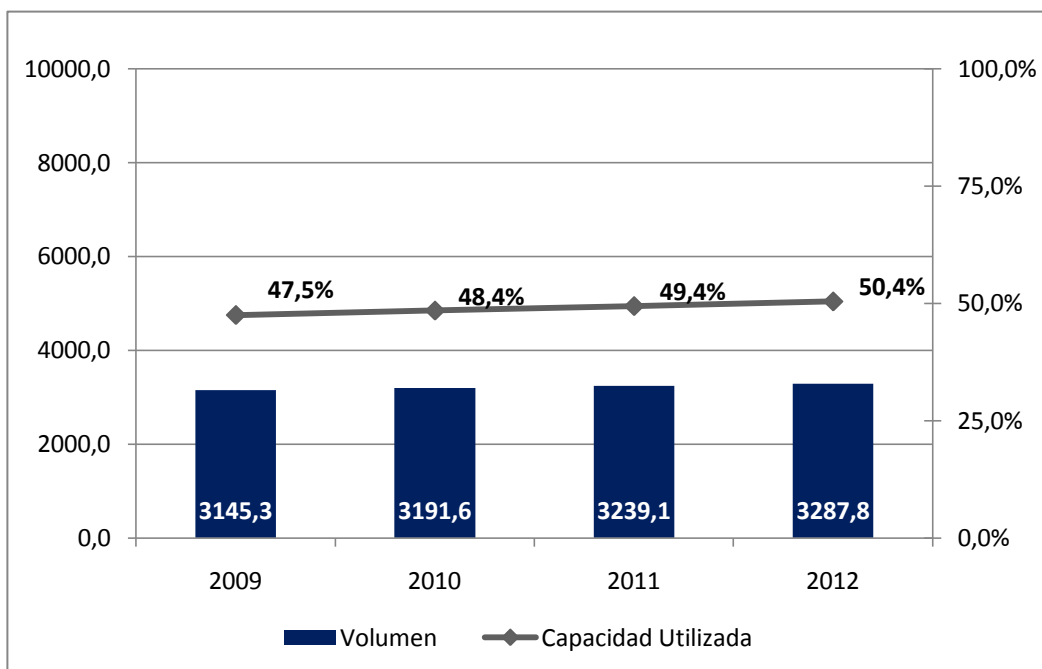


FIGURA 5.10 RESULTADOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL PARA LA LINEA B2 Y EM

Para este caso, el volumen y utilización de las líneas es baja, por ende no existen problemas de capacidad a largo plazo y manufactura podría comprometerse con el volumen solicitado sin que existan inconvenientes.

A continuación se muestra un gráfico resumen donde están incluidas todas las líneas de envasado:

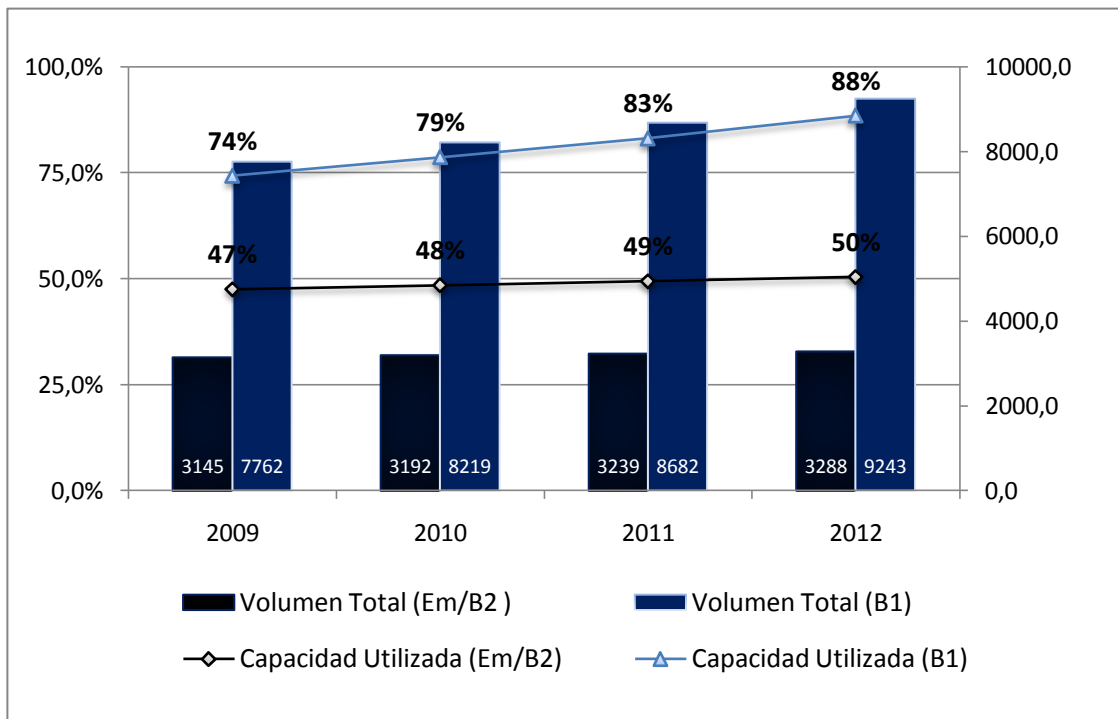


FIGURA 5.11 RESULTADOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL PARA TODAS LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

Al evidenciar el problema de capacidad a largo plazo, este subcapítulo entregará a la empresa una idea sustentada que permitirá satisfacer en incremento en la demanda en el futuro.

Iniciando el análisis, las líneas de envasado B2 junto a la Em tienen un porcentaje de utilización que no pasa del 60%, por ende el objetivo será trasladar volumen de la línea B1 a la B2.

Con esta idea lo que se logrará es descongestionar la máquina B1 y trasladar parte del volumen a la máquina B2 bajando el nivel de utilización del equipo con problemas de capacidad.

5.1.2.1. Cambios Incorporados en el Modelo de Simulación

La B2 no posee moldes para fabricar ninguna de las 2 presentaciones que tiene la B1 (250 y 500gr) solo posee moldes para fabricar productos de 1000gr. Por esta razón se usará el modelo de simulación para agregar el formato de 500 gr a la línea B2 y de esta manera evaluar como esta idea repercutirá en el desempeño de las líneas de envasado y de todas las operaciones de proceso productivo.

Antes de realizar cualquier cambio para modelar esta alternativa en el modelo de simulación se procedió a comprobar la tasa natural y efectiva del producto de 500gr procesado en la línea B2. Esto se realizó junto con el equipo de proyectos y tecnología de la empresa los cuales poseen información de plantas similares en otros países pertenecientes a Productos Varios S.A.

La repartición de los volúmenes se la realizó por prueba y error hasta dar con un porcentaje de utilización aceptable para cada una de las líneas de envasado.

En cuanto al modelo de simulación, se creó la entidad BV500 para la línea B2, se traspasó volumen de la línea B1 a la B2 hasta llegar a un nivel de utilización aceptable para la línea B1 sin perjudicar dicho nivel en la B2.

5.1.2.2. Evaluación de Resultados

Una vez validado el modelo de simulación en el capítulo 4, se continuará mostrando la capacidad utilizada y disponible de: tanques de preparación, tanques de almacenamiento, MPUs y envasadoras, arrojada por el modelo con volúmenes de producción proyectados al 2012 antes de realizar los cambios.

Locaciones	Capacidad Utilizada	Capacidad Disponible
Premix1	51,9%	48,1%
Pulmon1	49,7%	50,3%
Kombinator	48,8%	51,2%
B1	87,3%	12,7%
Premix2	20,1%	79,9%

Pulmon2	16,6%	83,4%
Votator	21,4%	78,6%
Em	15,1%	84,9%
B2	35,0%	65,0%

TABLA 5.10 RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN AL 2012 DE TODAS LAS OPERACIONES DEL PROCESO PRODUCTIVO CON EL ESCENARIO ACTUAL

Analizando los datos podemos concluir que la línea de envasado B1 presentará problemas de capacidad al año 2012 llegando al 87% de utilización de su capacidad, mientras que el tanque Pulmón 1 como el Premix 1 y MPU Kombinator no lo tendrán.

Las líneas B2 y Em como ya se dijo presentan un nivel bajo de utilización, por ende a estas operaciones les sobra capacidad disponible.

Una vez realizados los cambios propuestos para sustentar los volúmenes a largo plazo, se mostrará la capacidad utilizada y disponible en la línea B1 de: tanques de preparación, tanques de almacenamiento, MPUs y envasadoras, arrojadas por el modelo con volúmenes de producción proyectados al 2012:

Locaciones	Capacidad Utilizada	Capacidad Disponible
Premix1	46,0%	54,0%
Pulmon1	43,8%	56,2%
Kombinator	42,9%	57,1%
B1	77,9%	22,1%
Premix2	28,2%	71,8%
Pulmon2	25,1%	74,9%
Votator	32,4%	67,6%
Em	15,7%	84,3%
B2	53,6%	46,4%

TABLA 5.11 RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN AL 2012 DE TODAS LAS OPERACIONES DEL PROCESO PRODUCTIVO CON LOS CAMBIOS INCORPORADOS

Para una mejor ilustración de la comparación de los datos, los se mostrará en una misma tabla a continuación:

2012		
Locaciones	Capacidad Utilizada sin cambios (%)	Capacidad Utilizada con cambios (%)
Premix1	51,9%	46,0%
Pulmon1	49,7%	43,8%
Kombinator	48,8%	42,9%
B1	87,3%	77,9%
Premix2	20,1%	28,2%
Pulmon2	16,6%	25,1%
Votator	21,4%	32,4%
Em	15,1%	15,7%
B2	35,0%	53,6%

TABLA 5.12 COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DE CADA OPERACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO ENTRE EL ESCENARIO ACTUAL Y EL PROPUESTO.

Analizando cada uno de los datos, vemos una reducción en los niveles de utilización de la línea de envasado B1 y de sus operaciones anteriores, dado un nivel aceptable de utilización de los equipos.

Se observa un incremento en las utilizaciones de las líneas B2, Em, tanque de preparación, tanque de almacenamiento y MPU. Sin embargo este incremento en su producción no generará ningún tipo de riesgo. Incluso para las líneas B2 y Em las utilizaciones suman 69,3% lo cual no representa una restricción, a continuación se mostrará un gráfico con la capacidad utilizada con los cambios incorporados:

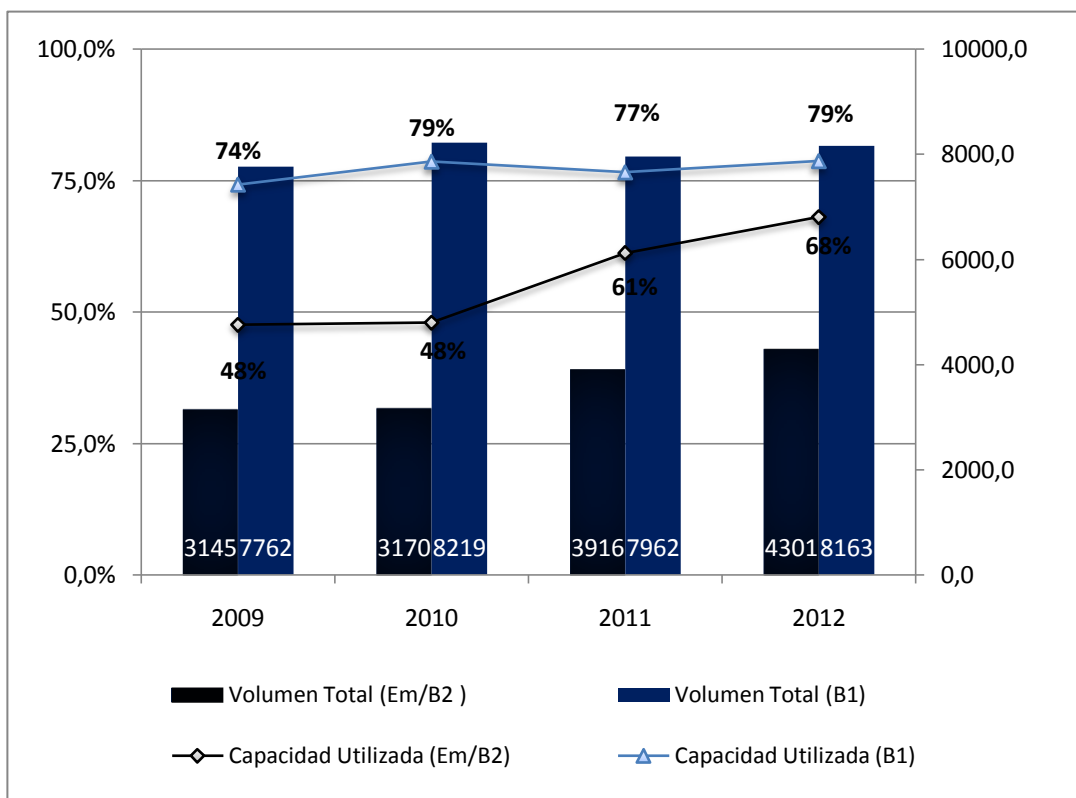


FIGURA 5.12 RESULTADOS DEL PROCESO PRODUCTIVO CON EL ESCENARIO PROPUESTO.

Los resultados de esta alternativa para resolver el problema a futuro están evidenciados por este simulador que incluso muestra aún más tiempo disponible para un flexible crecimiento de la categoría.

CAPÍTULO 6

6. ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN FINANCIERA

En este capítulo procederemos a desarrollar un análisis costo-beneficio de las alternativas de mejora planteadas en el capítulo anterior.

Las alternativas de mejora a evaluar financieramente, pueden ser clasificadas de 2 maneras:

- Métodos de secuenciamiento
- Evaluación de desempeño de cada operación a largo plazo, desplazando volumen a la línea B2

Los métodos de secuenciamiento propuestos, no requieren ningún tipo de inversión, sin embargo la forma en que los materiales serán ingresados de acuerdo a un método de secuenciamiento u otro, pueden generar diferentes costos los cuales deben ser analizados. A continuación se presenta con detalle cada uno de estos casos.

6.1. Cuantificación del Impacto de las Alternativas de Mejora

Para la primera alternativa de mejora, en el quinto capítulo dejamos a consideración de la empresa en utilizar entre el 4to (BL500 – BV500 – BC500 – BC250 – BV250 – BL250) y 5to (BC500 – BL500 – BV500 – BV250 – BL250 – BC250) escenario.

La propuesta a utilizar el 5to escenario es por tener el menor costo en desperdicio de emulsión, pero el 4to escenario es por tener los skus BC250 y BC500 que poseen ingredientes que por su naturaleza deben ser utilizados inmediatamente por lo tanto estos deben ser necesariamente producidos en secuencia, si esto no sucede el ingrediente no podrá ser utilizado para la producción.

Este ingrediente es muy sensible al ambiente y es necesario que al abrirlo sea utilizado de forma inmediata caso contrario sus propiedades organolépticas que lo constituyen se pierden, y el ingrediente no podrá ser utilizado para la preparación de la emulsión, este ingrediente es despachado en bidones de 950 kilos y utilizado en los skus BC250 y BC500.

El estimado mensual de cada uno de estos 2 skus es muy pequeño y en la actualidad se los fabrica uno seguido de otro para poder consumir todo el lote del ingrediente, llegando a la cobertura de producto terminado solicitada y no desperdiciando materia prima.

De acuerdo al 5to escenario, el menos costoso (BC500 – BL500 – BV500 – BV250 – BL250 – BC250), los 2 skus (BC250 y BC500) fabricándolos por separado podrán consumir un bidón del ingrediente cada uno. Esto generará 3 meses stock de producto terminado de cada uno de los skus, lo cual incrementará el capital de trabajo (dinero en inventario) y pondrá en riesgo el producto terminado que tiene como tiempo de vida útil 3 meses.

A continuación se detallará el desperdicio generado del ingrediente cuando este es consumido por los skus BC250 y BC500 cuando se encuentran en un mismo escenario pero no secuenciados inmediatamente. Considerando que se utilizará el 50% del bidón del ingrediente, se generarán 1,5 meses de inventario de producto terminado de cada uno de los skus.

Nombre del Sku	Lote del Ingrediente - Kilos	Desperdicio Generado - Kilos	Costo del Ingrediente - Dólares por kilos	Costo Total del Desperdicio - Dólares
BC 250	950	475	\$ 0,10	\$ 47,50
BC 500	950	475	\$ 0,10	\$ 47,50
Total				\$ 95,00

TABLA 6.1 CUANTIFICACIÓN DEL DESPERDICIO GENERADO AL NO ESTAR SECUENCIADOS INMEDIATAMENTE LOS SKUS BC250 Y BC500

Por lo cual la empresa si decide utilizar el escenario donde los skus BC250 y BC500 no se encuentran en secuencia deberá considerar \$ 95,00 adicionales en desperdicio de materiales.

La segunda alternativa de mejora, evaluación de desempeño de cada operación a largo plazo, desplazando volumen a la línea B2, será posible únicamente mediante la instalación de un kit que contenga moldes para poder fabricar los productos con los formatos de 500gr que son los moldes que hemos identificado serán trasladados a la B2.

A continuación se detallará el impacto del kit de moldes

Descripción	Cantidad	Total
Kit de 500gr	1	\$ 9.750,00
Mano de Obra	1	\$ 5.000,00
Total		\$ 14.750,00

TABLA 6.2 TABLA RESUMEN DEL COSTO TOTAL PARA LA
INSTALACIÓN DEL KIT DE 500GR

6.2. Evaluación de la Inversión Financiera

Para la primera alternativa, métodos de secuenciamiento, a continuación se mostrará el análisis financiero que presenta el costo total por cambio de formato de acuerdo a cada método de secuenciamiento.

A continuación se mostrará los resultados de los 2 escenarios en comparación:

Escenario		Costo Total por Cambio de Formato
4to	(BC500 – BL500 – BV500 – BV250 – BL250 – BC250)	\$ 668,34
5to	(BL500 – BC500 – BV500 – BV250 – BC250 – BL250)	\$ 639,75

TABLA 6.3 RESULTADO DEL COSTO DE CAMBIO DE FORMATO DE
LOS ESCENARIOS EN COMPARACIÓN

Incluyendo el desperdicio generado por los skus BC250 y BC500 cuando se encuentran en un mismo escenario pero que uno no está secuenciado inmediatamente después del otro por el ingrediente es de:

Escenario		Costo Total por Cambio de Formato	Costo Total del Desperdicio del Ingrediente	Costo Total
4to	(BL500 – BV500 – BC500 – BC250 – BV250 – BL250)	\$ 668,34	\$ 0,00	\$ 668,34
5to	(BL500 – BC500 – BV500 – BV250 – BC250 – BL250)	\$ 639,75	\$ 95,00	\$ 734,75

TABLA 6.4 TABLA RESUMEN DE LOS ESCENARIOS COMPARADOS INCLUYENDO EL DESPERDICIO DEL MATERIAL EXCLUSIVO

Finalmente podemos concluir que el 4to escenario (BL500 – BV500 – BC500 – BC250 – BV250 – BL250), es lo más recomendable para el negocio al momento de secuenciar.

Referente a la segunda alternativa, evaluación de desempeño de cada operación a largo plazo, se mostrará a continuación un cuadro donde se detallará la cantidad de producto terminado que se dejaría de vender por no tener capacidad en la línea B1 en caso de no incurrir en la inversión del kit de 500gr para la línea B2.

Descripción	Un	2011	2012	Subtotal	P.V.P. / tonelada	Costo de Oportunidad del sku con menor Margen
Volumen Restringido	Ton	355,0	881,1	1236,1	\$ 2.800,0	\$ 3.461.005,1

TABLA 6.5 TABLA DE RESULTADOS DEL COSTO DE
OPORTUNIDAD SI NO SE REALIZA LA INVERSIÓN DE LOS
MOLDES.

Mediante esta tabla se puede evidenciar la cantidad de producto restringido por no realizar la inversión y compra del kit de 500gr, y la gran cantidad de ingresos que perdería por no realizarla hasta el 2012.

El negocio iniciaría el 2011 con problemas por falta de capacidad llegando al 2012 con un acumulado de 1236 toneladas, esto es un volumen considerable que se dejaría de vender al mercado lo cual podría generar a demás de clientes insatisfechos, el ingreso de la competencia.

Para finalizar este capítulo se puede evidenciar en base a costo-beneficio la recomendación de la compra e instalación del kit de 500gr para la línea B2.

CAPÍTULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A través de la simulación se pudo conocer el estado actual de cada una de las operaciones del proceso productivo de la planta de margarinas y evaluar si existen operaciones restrictivas que afecta el desempeño del sistema.
- Usando los volúmenes de demanda al 2012 entregados por la organización, fue posible identificar las potenciales operaciones con capacidad restringida y al mismo tiempo conocer aquellas que no podrán ser consideradas limitantes en el futuro.
- Uno de los resultados finales del estudio fue el planteamientos de la opción de realizar una inversión de un kit de moldes para pasar volumen de una línea con problemas de capacidad (B1) a otra que no los tiene (B2). La inversión sería \$14,000 (€ 9536), con el fin de evitar perder

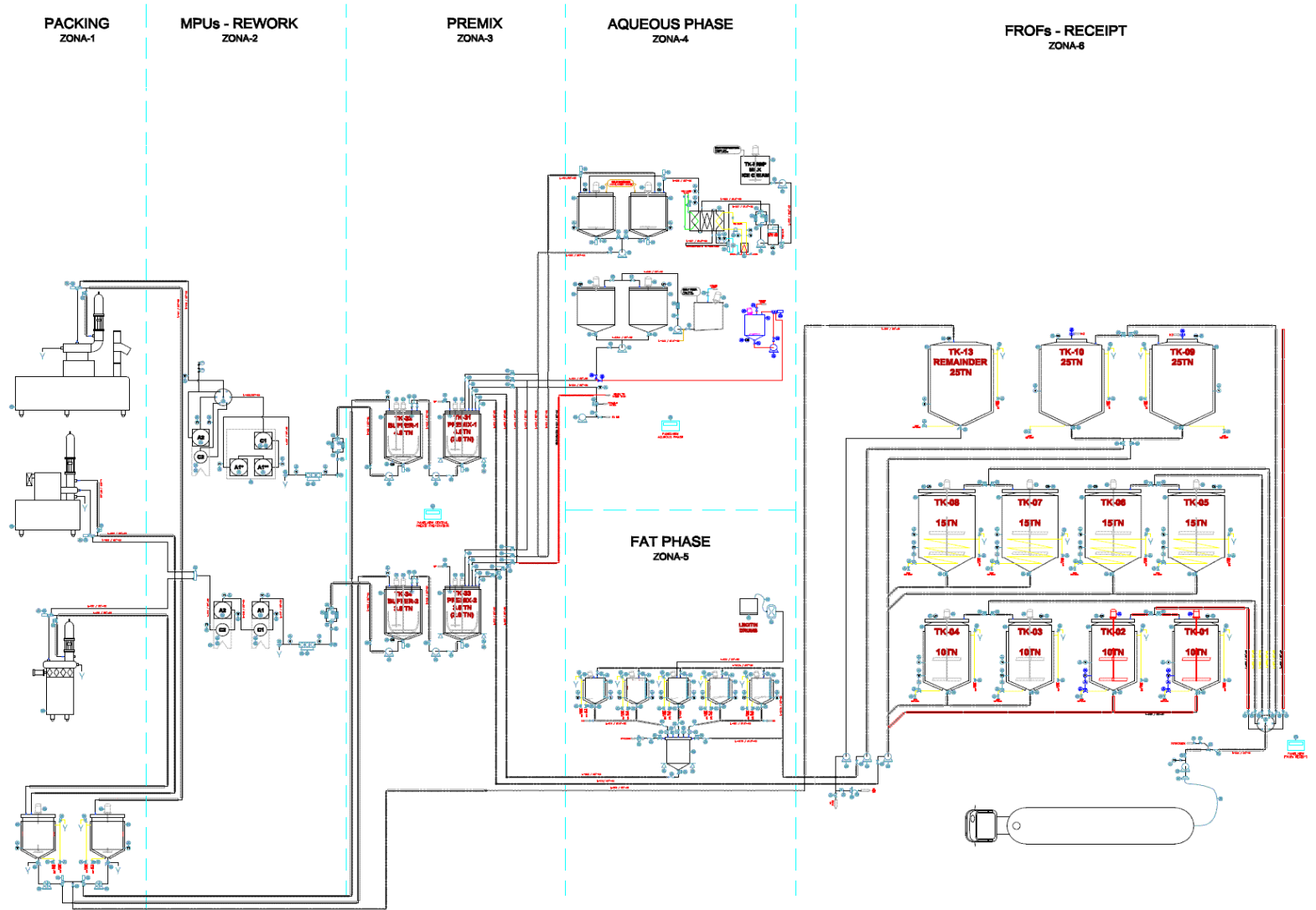
ventas que superan los \$3, 500,000 (€ 2, 384,196) en producto terminado.

- Se sugiere realizar un estudio del impacto por la pérdida de participación en el mercado, si es que la empresa no decide realizar la inversión con el fin de pasar volumen entre líneas de producción.
- El modelo permitió simular varios escenarios con el cual se identificó el secuenciamiento mas adecuado al evaluar el costo de la emulsión y desperdicio.
- Se logró crear un modelo de simulación continua-discreta, representado de manera efectiva el proceso real. Para el cual se hacen uso de locaciones ficticias y diagramas de flujo.
- El tener un departamento de planificación capacitado en la aplicación de un software de simulación puede llevar a la organización a la obtención de beneficios basados en el desarrollo de proyectos que

pueden ir desde el mejoramiento del servicio al cliente, la identificación de cuellos de botella y la obtención de ahorros en toda la cadena de suministro.

1.1 PLANOS

Plano Instalaciones de la Fábrica de Margarinas



Entity...	Prior Entity...	Logic...	Disable
B_V500	B_V250	wait 120 min	No
B_L250	B_V250	wait 30 min	No
B_L500	B_V250	wait 120 min	No
B_C250	B_V250	wait 30 min	No
B_C500	B_V250	wait 120 min	No
D_R250	B_V250	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_R500	B_V250	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_L250	B_V250	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_L500	B_V250	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
B_L500	B_L250	wait 120 min	No
B_C250	B_L250	wait 30 min	No
B_C500	B_L250	wait 120 min	No
D_R250	B_L250	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_R500	B_L250	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_L250	B_L250	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_L500	B_L250	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
B_V250	B_L250	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 150	No
B_V500	B_L250	wait 120 min	No
B_C500	B_C250	wait 120 min	No
D_R250	B_C250	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_R500	B_C250	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_L250	B_C250	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_L500	B_C250	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
B_V250	B_C250	wait 30 min	No
B_V500	B_C250	wait 120 min	No
B_L250	B_C250	wait 30 min	No
B_L500	B_C250	wait 120 min	No
D_R500	D_R250	wait 120 min	No
D_L250	D_R250	wait 30 min	No
D_L500	D_R250	wait 120 min	No
B_V250	D_R250	wait 30 min	No
B_V500	D_R250	wait 120 min	No
B_V500	D_R250	wait 120 min	No
B_V500	D_R250	wait 120 min	No
B_L250	D_R250	wait 30 min	No
B_L500	D_R250	wait 120 min	No
B_C250	D_R250	wait 30 min	No
B_C500	D_R250	wait 120 min	No
D_L500	D_L250	wait 120 min	No
B_V250	D_L250	wait 30 min	No
B_V500	D_L250	wait 120 min	No
B_L250	D_L250	wait 30 min	No
B_L500	D_L250	wait 120 min	No
B_C250	D_L250	wait 30 min	No
B_C500	D_L250	wait 120 min	No
D_R250	D_L250	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 150	No
D_R500	D_L250	wait 120 min	No
B_L250	B_V500	wait 120 min	No
B_L500	B_V500	wait 30 min	No
B_C250	B_V500	wait 120 min	No
B_C500	B_V500	wait 30 min	No
D_R250	B_V500	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_R500	B_V500	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_L250	B_V500	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_L500	B_V500	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
B_V250	B_V500	wait 120 min	No
B_C250	B_L500	wait 120 min	No
B_C500	B_L500	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_R250	B_L500	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_R500	B_L500	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_L250	B_L500	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
D_L500	B_L500	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200	No
B_V250	B_L500	wait 120 min	No
B_V500	B_L500	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 150	No
B_L250	B_L500	wait 120 min	No
B_V500	D_R250	wait 120 min	No

E_L250	E_L500	wait 120 min	DesperdicioE1 = DesperdicioE	No
D_R250	E_C500	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200		No
D_R500	E_C500	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200		No
D_L250	E_C500	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200		No
D_L500	E_C500	DesperdicioE1 = DesperdicioE1 + 200		No
E_V250	E_C500	wait 120 min		No
E_V500	E_C500	wait 30 min		No
E_L250	E_C500	wait 120 min		No
E_L500	E_C500	wait 30 min		No
E_C250	E_C500	wait 120 min		No
D_L250	D_R500	wait 120 min		No
D_L500	D_R500	wait 30 min		No
E_V250	D_R500	wait 120 min		No
E_V500	D_R500	wait 30 min		No
E_L250	D_R500	wait 120 min		No
E_L500	D_R500	wait 30 min		No
E_C250	D_R500	wait 120 min		No
E_C500	D_R500	wait 30 min		No
D_R250	D_R500	wait 120 min		No
E_V250	D_L500	wait 120 min		No
E_V500	D_L500	wait 30 min		No
E_L250	D_L500	wait 120 min		No
E_L500	D_L500	wait 30 min		No
E_C250	D_L500	wait 120 min		No
E_C500	D_L500	wait 30 min		No
D_R250	D_L500	wait 120 min		No
D_R500	D_L500	wait 30 min		No
D_L250	D_L500	wait 120 min		No

* *
* Formatted Listing of Model: *

* C:\Documents and Settings\Santiago\My Documents\Oscar\Tesis\Tesis Spreads OPP 2-08-09\Simulación\Alternativa 1\SecuenciamientoD1.MOD *

* *

Time Units: Minutes

Distance Units: Meters

Initialization Logic: ACTIVATE LlenadoTanks1

ACTIVATE LlenadoTanks12

ACTIVATE LlenadoTanks13

ACTIVATE LlenadoTanks14

ACTIVATE LlenadoTanks15

ACTIVATE LlenadoTanks16

ACTIVATE LlenadoTanks17

ACTIVATE LlenadoTanks19

ACTIVATE LlenadoTanks18

ACTIVATE LlenadoTanks110

Termination Logic: // Updates tank statistics to account for final state and contents

```
int Tank_StatIndex = 1
while Tank_StatIndex <= 100 do
{
Tank_UpdateStats(Tank_StatIndex)
Tank_SetState(Tank_StatIndex, Tank_Idle)
Inc Tank_StatIndex
}
```

* Locations *

Name	Cap	Units	Stats	Rules	Cost
------	-----	-------	-------	-------	------

I1	50000	1	Time Series Oldest,	,	
----	-------	---	---------------------	---	--

I5	30000	1	Time Series Oldest,	,	
----	-------	---	---------------------	---	--

I4	30000	1	Time Series Oldest, ,
I3	20000	1	Time Series Oldest, ,
I2	20000	1	Time Series Oldest, ,
I7	100	1	Time Series Oldest, ,
I9	2400	1	Time Series Oldest, ,
I10	1000	1	Time Series Oldest, ,
I8	4400	1	Time Series Oldest, ,
Premix1	3800	1	Time Series Oldest, ,
Pulmon1	3800	1	Time Series Oldest, ,
Cola_Kombinator	inf	1	Time Series Oldest, ,
Kombinator	1	1	Time Series Oldest, ,
RecirculacionB1	1000	1	Time Series Oldest, ,
B1	1	1	Time Series Oldest, ,
Premix2	2800	1	Time Series Oldest, ,
Pulmon2	2800	1	Time Series Oldest, ,
cola_Votator	inf	1	Time Series Oldest, ,
Votator	1	1	Time Series Oldest, ,
recirculacionB2	1000	1	Time Series Oldest, ,
ventanaB2	1	1	Time Series Oldest, ,
B2	1	1	Time Series Oldest, ,
Em	1	1	Time Series Oldest, ,

BPTB1 Inf 1 Time Series Oldest, ,
BPTB2 Inf 1 Time Series Oldest, ,
BPTEm Inf 1 Time Series Oldest, ,
I6 50000 1 Time Series Oldest, ,
Cola_SepOrd inf 1 Time Series Oldest, ,
Separacion_Ordenes 1 1 Time Series Oldest, ,
Cola_PlanificacionB1 inf 1 Time Series Oldest, ,
Cola_PalnificacionB2 inf 1 Time Series Oldest, ,
PlanificacionB1 1 1 Time Series Oldest, ,
ControldePlanB1 inf 1 Time Series Oldest, ,
PlanificacionB2 1 1 Time Series Oldest, ,
CnotroldePlanB2 inf 1 Time Series Oldest, ,
ProduccionB1Tanques 1 1 Time Series Oldest, ,
ProduccionB2Tanques 1 1 Time Series Oldest, ,
VaciadoTanqueB1 1 1 Time Series Oldest, ,
VaciadoTanqueB2 1 1 Time Series Oldest, ,
ProduccionB1 1 1 Time Series Oldest, ,
ProduccionB2 1 1 Time Series Oldest, ,

* Setup downtimes for Locations *

Loc Entity Prior Entity Logic

B1 B_Vital500 B_Vital250 wait 120 min

B_Light250 B_Vital250 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Light500 B_Vital250 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Canola250 B_Vital250 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Canola500 B_Vital250 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Regular250 B_Vital250 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Regular500 B_Vital250 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Light250 B_Vital250 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Light500 B_Vital250 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Light500 B_Light250 wait 120 min

B_Canola250 B_Light250 wait 30 min

$$\text{DesperdicioB1} = \text{DesperdicioB1} + 200$$

B_Canola500 B_Light250 wait 120 min

$$\text{DesperdicioB1} = \text{DesperdicioB1} + 200$$

D_Regular250 B_Light250 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Regular500 B_Light250 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Light250 B_Light250 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Light500 B_Light250 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Vital250 B_Light250 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 150

B_Vital500 B_Light250 wait 120 min

$$\text{DesperdicioB1} = \text{DesperdicioB1} + 150$$

B_Canola500 B_Canola250 wait 120 min

D_Regular250 B_Canola250 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Regular500 B_Canola250 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Light250 B_Canola250 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Light500 B_Canola250 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Vital250 B_Canola250 wait 30 min

$$\text{DesperdicioB1} = \text{DesperdicioB1} + 200$$

B_Vital500 B_Canola250 wait 120 min

$$\text{DesperdicioB1} = \text{DesperdicioB1} + 200$$

B_Light250 B_Canola250 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Light500 B_Canola250 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Regular500 D_Regular250 wait 120 min

D_Light250 D_Regular250 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Light500 D_Regular250 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Vital250 D_Regular250 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Vital500 D_Regular250 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Light250 D_Regular250 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Light500 D_Regular250 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Canola250 D_Regular250 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Canola500 D_Regular250 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Light500 D_Light250 wait 120 min

B_Vital250 D_Light250 wait 30 min

$$\text{DesperdicioB1} = \text{DesperdicioB1} + 200$$

B_Vital500 D_Light250 wait 120 min

$$\text{DesperdicioB1} = \text{DesperdicioB1} + 200$$

B_Light250 D_Light250 wait 30 min

$$\text{DesperdicioB1} = \text{DesperdicioB1} + 200$$

B_Light500 D_Light250 wait 120 min

$$\text{DesperdicioB1} = \text{DesperdicioB1} + 200$$

B_Canola250 D_Light250 wait 30 min

$$\text{DesperdicioB1} = \text{DesperdicioB1} + 200$$

B_Canola500 D_Light250 wait 120 min

$$\text{DesperdicioB1} = \text{DesperdicioB1} + 200$$

D_Regular250 D_Light250 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 150

D_Regular500 D_Light250 wait 120 min

$$\text{DesperdicioB1} = \text{DesperdicioB1} + 150$$

B_Light250 B_Vital500 wait 120 min

$$\text{DesperdicioB1} = \text{DesperdicioB1} + 200$$

B_Light500 B_Vital500 wait 30 min

$$\text{DesperdicioB1} = \text{DesperdicioB1} + 200$$

B_Canola250 B_Vital500 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Canola500 B_Vital500 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Regular250 B_Vital500 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Regular500 B_Vital500 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Light250 B_Vital500 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Light500 B_Vital500 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Vital250 B_Vital500 wait 120 min

B_Canola250 B_Light500 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Canola500 B_Light500 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Regular250 B_Light500 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Regular500 B_Light500 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Light250 B_Light500 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Light500 B_Light500 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Vital250 B_Light500 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 150

B_Vital500 B_Light500 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 150

B_Light250 B_Light500 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Regular250 B_Canola500 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Regular500 B_Canola500 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Light250 B_Canola500 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Light500 B_Canola500 DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Vital250 B_Canola500 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Vital500 B_Canola500 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Light250 B_Canola500 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Light500 B_Canola500 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Canola250 B_Canola500 wait 120 min

D_Light250 D_Regular500 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Light500 D_Regular500 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Vital250 D_Regular500 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Vital500 D_Regular500 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Light250 D_Regular500 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Light500 D_Regular500 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Canola250 D_Regular500 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Canola500 D_Regular500 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Regular250 D_Regular500 wait 120 min

B_Vital250 D_Light500 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Vital500 D_Light500 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Light250 D_Light500 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Light500 D_Light500 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Canola250 D_Light500 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

B_Canola500 D_Light500 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 200

D_Regular250 D_Light500 wait 120 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 150

D_Regular500 D_Light500 wait 30 min

DesperdicioB1 = DesperdicioB1 + 150

D_Light250 D_Light500 wait 120 min

* Entities *

Name Speed (mpm) Stats Cost

#

#4 por cada entidad

#

B_Vital250 50 Time Series

#

#2 por cada entidad

B_Vital500 50 Time Series

#

#4 por cada entidad

B_Light250 50 Time Series

#

#2 por cada entidad

B_Light500 50 Time Series

#

#4 por cada entidad

B_Canola250 50 Time Series

B_Canola500 50 Time Series

B_Vital1000 50 Time Series

B_Vital50 50 Time Series

#

#4 por cada entidad

D_Regular250 50 Time Series

D_Regular500 50 Time Series

#

#4 por cada entidad

D_Light250 50 Time Series

D_Light500 50 Time Series

D_Regular1000 50 Time Series

B_Vital3000 50 Time Series

PlanDiario 50 Time Series

OrdenProduccionB1 50 Time Series

OrdenProduccionB2 50 Time Series

* Resources *

Res Ent

Name Units Stats Search Search Path Motion Cost

Machinist 1 By Unit Least Used Oldest Empty: 50 mpm

Full: 50 mpm

* Processing *

Process

Routing

Entity	Location	Operation	Blk Output	Destination	Rule	Move Logic
PlanDiario	Cola_SepOrd		1 PlanDiario	Separacion_Ordenes	FIRST	1
PlanDiario	Separacion_Ordenes	int Cantidad				// Cantidad a producir variable usada

```
if LimpiezaB1 = 1 then
```

```
{
```

```
Route 1
```

```
Route 2
```

```
goto L1
```

```
}
```

```
if LimpiezaB2 = 1 then
```

```
{
```

```
Route 3
```

```
Route 2
```

```
goto L1
```

```
}
```



```
//-----BV250-----  
  
if BV250 > 0 then // Orden de producción para BV250  
{  
  
    if BV250 >= 3800 then  
    {  
        Do  
        {  
            Q = 3800  
            Producto = 1  
            Route 1  
            Cantidad = Cantidad + 3800  
        }  
        until (BV250 - Cantidad) < 3800  
    }  
}  
}
```

```
if (BV250 - Cantidad) < 3800 and ((BV250 - Cantidad)) > 0 then
```

```
{
```

```
    Q = BV250 - Cantidad
```

```
    Producto = 1
```

```
    Route 2
```

```
    Route 1
```

```
}
```

```
if ((BV250 - Cantidad) = 0 then
```

```
    Route 2
```

```
}
```

```
//-----BV500-----
```

```
if BV500 > 0 then
```

```
// Orden de producción para BV500
```

```
{
```

```
    if BV500 >= 3800 then
```

```
    {
```

```
        Do
```

```
{  
    Q = 3800  
    Producto = 2  
    Route 1  
    Cantidad = Cantidad + 3800  
  
}  
until (BV500 - Cantidad) < 3800  
  
}
```

if (BV500 - Cantidad) < 3800 and ((BV500 - Cantidad)) > 0 then

```
{  
    Q = BV500 - Cantidad  
    Producto = 2  
    Route 2  
    Route 1  
  
}
```

```
    if ((BV500 - Cantidad) = 0 then
        Route 2
    }
```

```
//-----BL250-----
```

```
if BL250 > 0 then // Orden de producción para BL250
```

```
{
```

```
    if BL250 >= 3800 then
```

```
    {
```

```
        Do
```

```
        {
```

```
            Q = 3800
```

```
            Producto = 6
```

```
            Route 1
```

```
            Cantidad = Cantidad + 3800
```

```
}
```

```
until (BL250 - Cantidad) < 3800
```

```
}
```

```
if (BL250 - Cantidad) < 3800 and ((BL250 - Cantidad)) > 0 then
```

```
{
```

```
    Q = BL250 - Cantidad
```

```
    Producto = 6
```

```
    Route 2
```

```
    Route 1
```

```
}
```

```
if ((BL250 - Cantidad)) = 0 then
```

```
    Route 2
```

```
}
```

```
//-----BL500-----  
  
if BL500 > 0 then // Orden de producción para BL500  
{  
  
    if BL500 >= 3800 then  
    {  
        Do  
        {  
            Q = 3800  
            Producto = 7  
            Route 1  
            Cantidad = Cantidad + 3800  
        }  
        until (BL500 - Cantidad) < 3800  
    }  
}  
}
```

```
if (BL500 - Cantidad) < 3800 and ((BL500 - Cantidad) > 0 then
```

```
{
```

```
    Q = BL500 - Cantidad
```

```
    Producto = 7
```

```
    Route 2
```

```
    Route 1
```

```
}
```

```
if ((BL500 - Cantidad) = 0 then
```

```
    Route 2
```

```
}
```

```
//-----BC250-----
```

```
if BC250 > 0 then
```

```
// Orden de producción para BC250
```

```
{
```

```
    if BC250 >= 3800 then
```

```
    {
```

```
        Do
```

```
{  
    Q = 3800  
    Producto = 8  
    Route 1  
    Cantidad = Cantidad + 3800  
  
}  
until (BC250 - Cantidad) < 3800  
  
}
```

if (BC250 - Cantidad) < 3800 and ((BC250 - Cantidad) > 0 then

```
{  
    Q = BC250 - Cantidad  
    Producto = 8  
  
    Route 2  
    Route 1
```



```
}
```

```
if ((BC250 - Cantidad) = 0 then
```

```
    Route 2
```

```
}
```

```
//-----BC500-----
```

```
if BC500 > 0 then
```

```
    // Orden de producción para BC500
```

```
{
```

```
    if BC500 >= 3800 then
```

```
    {
```

```
        Do
```

```
        {
```

```
            Q = 3800
```

```
            Producto = 9
```

```
            Route 1
```

```
            Cantidad = Cantidad + 3800
```

```
        }
```

```
until (BC500 - Cantidad) < 3800
```

```
}
```

```
if (BC500 - Cantidad) < 3800 and ((BC500 - Cantidad)) > 0 then
```

```
{
```

```
    Q = BC500 - Cantidad
```

```
    Producto = 9
```

```
    Route 2
```

```
    Route 1
```

```
}
```

```
if ((BC500 - Cantidad) = 0 then
```

```
    Route 2
```

```
}
```

```
//-----DR250-----  
  
if DR250 > 0 then // Orden de producción para DR250  
{  
  
    if DR250 >= 3800 then  
    {  
        Do  
        {  
            Q = 3800  
            Producto = 10  
            Route 1  
            Cantidad = Cantidad + 3800  
        }  
        until (DR250 - Cantidad) < 3800  
    }  
}  
}
```

```
if (DR250 - Cantidad) < 3800 and ((DR250 - Cantidad)) > 0 then
```

```
{
```

```
    Q = DR250 - Cantidad
```

```
    Producto = 10
```

```
    Route 2
```

```
    Route 1
```

```
}
```

```
if ((DR250 - Cantidad) = 0 then
```

```
    Route 2
```

```
}
```

```
//-----DR500-----
```

```
if DR500 > 0 then
```

```
// Orden de producción para DR500
```

```
{
```

```
    //debug
```

```
    if DR500 >= 3800 then
```

```
{  
    Do  
    {  
        Q = 3800  
        Producto = 11  
        Route 1  
        Cantidad = Cantidad + 3800  
    }  
    until (DR500 - Cantidad) < 3800  
}
```

if (DR500 - Cantidad) < 3800 and ((DR500 - Cantidad) > 0) then

```
{  
    Q = DR500 - Cantidad  
    Producto = 11
```

```
        Route 2
        Route 1
    }

    if ((DR500 - Cantidad) = 0 then
        Route 2
    }

//-----DL250-----
if DL250 > 0 then // Orden de producción para DL250
{

    if DL250 >= 3800 then
    {
        Do
        {
            Q = 3800
            Producto = 13
```

Route 1

Cantidad = Cantidad + 3800

}

until (DL250 - Cantidad) < 3800

}

if (DL250 - Cantidad) < 3800 and ((DL250 - Cantidad) > 0 then

{

Q = DL250 - Cantidad

Producto = 13

Route 2

Route 1

}

if ((DL250 - Cantidad) = 0 then

```
        Route 2
    }

//-----DL500-----
if DL500 > 0 then // Orden de producción para DL500
{
    if DL500 >= 3800 then
    {
        Do
        {
            Q = 3800
            Producto = 14
            Route 1
            Cantidad = Cantidad + 3800
        }
        until (DL500 - Cantidad) < 3800
    }
}
```



```
if (DL500 - Cantidad) < 3800 and ((DL500 - Cantidad) > 0) then
```

```
{
```

```
    Q = DL500 - Cantidad
```

```
    Producto = 14
```

```
    Route 2
```

```
    Route 1
```

```
}
```

```
if ((DL500 - Cantidad) = 0) then
```

```
    Route 2
```

```
}
```

```
//-----BV1000-----
```

```
if BV1000 > 0 then
```

```
// Orden de producción para BV1000
```

```
{
```

```
  if BV1000 >= 2800 then
```

```
  {
```

```
    Do
```

```
    {
```

```
      Q = 2800
```

```
      Producto =3
```

```
      Route 3
```

```
      Cantidad = Cantidad + 2800
```

```
    }
```

```
  until (BV1000 - Cantidad) < 2800
```

```
  }
```

```
  if (BV1000 - Cantidad) < 2800 and ((BV1000 - Cantidad)) > 0 then
```

```
  {
```

```
Q = BV1000 - Cantidad
```

```
Producto = 3
```

```
Route 2
```

```
Route 3
```

```
}
```

```
if ((BV1000 - Cantidad) = 0 then
```

```
Route 2
```

```
}
```

```
//-----BV3000-----
```

```
if BV3000 > 0 then
```

```
// Orden de producción para BV3000
```

```
{
```

```
if BV3000 >= 2800 then
```

```
{
```

```
Do
```

```
{
```

```
Q = 2800
```

Producto = 4

Route 3

Cantidad = Cantidad + 2800

}

until (BV3000 - Cantidad) < 2800

}

if (BV3000 - Cantidad) < 2800 and ((BV3000 - Cantidad)) > 0 then

{

Q = BV3000 - Cantidad

Producto = 4

Route 2

Route 3

}

if ((BV3000 - Cantidad)) = 0 then

```
        Route 2
    }

//-----BV50-----
if BV50 > 0 then                                     // Orden de producción para BV50
{
    if BV50 >= 2800 then
    {
        Do
        {
            Q = 2800
            Producto = 5
            Route 3
            Cantidad = Cantidad + 2800
        }
        until (BV50 - Cantidad) < 2800
    }
}
```

```
if (BV50 - Cantidad) < 2800 and ((BV50 - Cantidad)) > 0 then
```

```
{
```

```
    Q = BV50 - Cantidad
```

```
    Producto = 5
```

```
    Route 2
```

```
    Route 3
```

```
}
```

```
if ((BV50 - Cantidad)) = 0 then
```

```
    Route 2
```

```
}
```

```
//-----DR1000-----
```

```
if DR1000 > 0 then
```

```
// Orden de producción para DR1000
```

```
{
```

```
    if DR1000 >= 2800 then
```

```
{  
    Do  
    {  
        Q = 2800  
        Producto = 12  
        Route 3  
        Cantidad = Cantidad + 2800  
    }  
    until (DR1000 - Cantidad) < 2800  
}
```

if (DR1000 - Cantidad) < 2800 and ((DR1000 - Cantidad)) > 0 then

```
{  
    Q = DR1000 - Cantidad  
    Producto = 12  
    Route 2
```

```
        Route 3
    }

    if ((DR1000 - Cantidad)) = 0 then
        Route 2
    }
```

```
L1:      1* OrdenProduccionB1 Cola_PlanificacionB1 FIRST 1
        2 PlanDiario      EXIT      FIRST 1
        3* OrdenProduccionB2 Cola_PalnificacionB2 FIRST 1
```

```
OrdenProduccionB1 Cola_PlanificacionB1      1 OrdenProduccionB1 PlanificacionB1 FIRST 1
```

```
OrdenProduccionB1 PlanificacionB1
```

```
if limpiezaB1 = 1 then
```

```
{
```

```
Tank_Prep( Premix1, 8*60) // Limpieza programada antes de del primer bacht de producción
```



```
route 3  
goto L1  
}
```

```
if Tank_FreeCap(Premix1) = 3800 and Contents(ProduccionB1Tanques)= 0 then // Lo aguanta hasta que el premix este vacio
```

```
Route 1
```

```
Else
```

```
Route 2
```

```
L1: 1 OrdenProduccionB1 ProduccionB1Tanques FIRST 1
```

```
2 OrdenProduccionB1 ProduccionB1Tanques SEND 1
```

```
3 OrdenProduccionB2 EXIT FIRST 1
```

```
OrdenProduccionB1 ProduccionB1Tanques int Cantidad // Cantidad a producir variable usada
```

```

/*display Q

//Display Producto

//display BV250

//-----BV250-----

if Q > 0 and Producto = 1 then                                     // Orden de producción para BV250
{

    if Q = 3800 and Producto = 1 then
    {
        if ValorActB1 = 0 then                                     // Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
            ValorActB1 = 1

            Emulsion3800B1_1                                     // Operacion de mezcla
        }
    }

    if Q < 3800 and Producto = 1 then
    {
        if ValorActB1 = 0 then                                     // Cambia de producto en el pulmon
            solo si no hay nada en operacion
    }
}

```

ValorActB1 = 1

PreparacionTanqueB1_1(Q)

}

if ValorActB1 = 1 then
en el pulom o el pulmon esta vacio

// Si el producto que esta en el premix es igual al que esta

Route 1
que vacie el tanque premix

// Manda la orden para

Else

Route 2

// Sino aguanta la orden

}

```
//-----BV500-----
if Q > 0 and Producto = 2 then                                     // Orden de producción para BV500
{
    if Q = 3800 and Producto = 2 then
    {
        if ValorActB1 = 0 then                                     // Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
        {
            ValorActB1 = 1
        }
        Emulsion3800B1_1                                           // Operacion de mezcla
    }
}
if Q < 3800 and Producto = 2 then
{
    if ValorActB1 = 0 then                                         // Cambia de producto en el pulmon
    {
        solo si no hay nada en operacion
        ValorActB1 = 1
    }
}
```

PreparacionTanqueB1_1(Q)

}

```
    if ValorActB1 = 1 then                                     // Si el producto que esta en el premix es igual al que esta
en el pulom o el pulmon esta vacio
    Route 1                                                    // Manda la orden para
que vacie el tanque premix
    Else
    Route 2                                                    // Sino aguanta la orden
}
```

//-----BV1000-----

```
if Q > 0 and Producto = 3 then                               // Orden de producción para BV1000
```

```
{
```

```
    if Q = 3800 and Producto = 3 then
```

```
    {
```

```

        if ValorActB1 = 0 then                                // Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
            ValorActB1 = 1

        Emulsion3800B1_1                                    // Operacion de mezcla

macro
    }

    if Q < 3800 and Producto = 3 then
    {
        if ValorActB1 = 0 then                                // Cambia de producto en el pulmon
            ValorActB1 = 1
            solo si no hay nada en operacion

        PreparacionTanqueB1_1(Q)

    }

    if ValorActB1 = 1 then                                    // Si el producto que esta en el premix es igual al que esta
        en el pulom o el pulmon esta vacio

```

```
que vacie el tanque premix          Route 1                                // Manda la orden para
                                     Else
                                     Route 2                                // Sino aguanta la orden
                                     }

//-----BV3000-----
if Q > 0 and Producto = 4 then      // Orden de producción para BV3000
{
    if Q = 3800 and Producto = 4 then
    {
        if ValorActB1 = 0 then      // Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
            ValorActB1 = 1

        Emulsion3800B1_1            // Operacion de mezcla
    }
}

macro
```



```

//-----BV50-----
if Q > 0 and Producto = 5 then
{
    if Q = 3800 and Producto = 5 then
    {
        if ValorActB1 = 0 then
        {
            ValorActB1 = 1
            Emulsion3800B1_1
        }
    }
    if Q < 3800 and Producto = 5 then
    {
        if ValorActB1 = 0 then
        {
            ValorActB1 = 1
            PreparacionTanqueB1_1(Q)
        }
    }
}

```

// Orden de producción para BV50
 // Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
 // Operacion de mezcla
 solo si no hay nada en operacion
 // Cambia de producto en el pulmon

```
}
```

```
if ValorActB1 = 1 then  
en el pulom o el pulmon esta vacio
```

```
// Si el producto que esta en el premix es igual al que esta
```

```
que vacie el tanque premix
```

```
Route 1
```

```
// Manda la orden para
```

```
Else
```

```
Route 2
```

```
// Sino aguanta la orden
```

```
}
```

```
//-----BL250-----
```

```
if Q > 0 and Producto = 6 then
```

```
// Orden de producción para BL250
```

```
{
```

```
if Q = 3800 and Producto = 6 then
```

```
{
```

```
if ValorActB1 = 0 then
```

```
// Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
```

ValorActB1 = 2

macro

Emulsion3800B1_2

// Operacion de mezcla

}

if Q < 3800 and Producto = 6 then

{

solo si no hay nada en operacion

if ValorActB1 = 0 then

// Cambia de producto en el pulmon

ValorActB1 = 2

PreparacionTanqueB1_2(Q)

}

if ValorActB1 = 2 then
en el pulom o el pulmon esta vacio

// Si el producto que esta en el premix es igual al que esta

```
que vacie el tanque premix      Route 1                                // Manda la orden para
                                  Else
                                  Route 2                                // Sino aguanta la orden
                                  }

//-----BL500-----
if Q > 0 and Producto = 7 then    // Orden de producción para BL500
{
    if Q = 3800 and Producto = 7 then
    {
        if ValorActB1 = 0 then    // Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
            ValorActB1 = 2

            Emulsion3800B1_2      // Operacion de mezcla macro
        }

        if Q < 3800 and Producto = 7 then
```

```
{
    solo si no hay nada en operacion          if ValorActB1 = 0 then                                // Cambia de producto en el pulmon
                                                ValorActB1 = 2
                                                PreparacionTanqueB1_2(Q)
}
```

```
if ValorActB1 = 2 then                                // Si el producto que esta en el premix es igual al que esta
en el pulom o el pulmon esta vacio
    que vacie el tanque premix          Route 1                                // Manda la orden para
    Else
    Route 2                                // Sino aguanta la orden
}
```

```
//-----Bc250-----
if Q > 0 and Producto = 8 then                    // Orden de producción para Bc250
```

```
{

    if Q = 3800 and Producto = 8 then
    {
        if ValorActB1 = 0 then // Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
            ValorActB1 = 3

            Emulsion3800B1_3 // Operacion de mezcla
    }

    if Q < 3800 and Producto = 8 then
    {
        if ValorActB1 = 0 then // Cambia de producto en el pulmon
            ValorActB1 = 3

            PreparacionTanqueB1_3(Q)
    }
}
```

macro

solo si no hay nada en operacion

```
}
```

```
if ValorActB1 = 3 then  
en el pulom o el pulmon esta vacio
```

```
// Si el producto que esta en el premix es igual al que esta
```

```
que vacie el tanque premix
```

```
Route 1
```

```
// Manda la orden para
```

```
Else
```

```
Route 2
```

```
// Sino aguanta la orden
```

```
}
```

```
//-----Bc500-----
```

```
if Q > 0 and Producto = 9 then
```

```
// Orden de producción para Bc500
```

```
{
```

```
if Q = 3800 and Producto = 9 then
```

```
{
```

```
if ValorActB1 = 0 then
```

```
// Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
```

```
ValorActB1 = 3
```

```

macro
    Emulsion3800B1_3
    // Operacion de mezcla

}

if Q < 3800 and Producto = 9 then
{
    solo si no hay nada en operacion
    if ValorActB1 = 0 then
        // Cambia de producto en el pulmon
        ValorActB1 = 3

        PreparacionTanqueB1_3(Q)

}

if ValorActB1 = 3 then
    // Si el producto que esta en el premix es igual al que esta
    en el pulom o el pulmon esta vacio
    que vacie el tanque premix
    Route 1
    // Manda la orden para

Else
    Route 2
    // Sino aguanta la orden

```



```
}
```

```
//-----DR250-----
```

```
if Q > 0 and Producto = 10 then // Orden de producción para DR250
```

```
{
```

```
    if Q = 3800 and Producto = 10 then
```

```
    {
```

```
        if ValorActB1 = 0 then // Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
```

```
            ValorActB1 = 4
```

```
            Emulsion3800B1_4
```

```
            // Operacion de mezcla
```

```
macro
```

```
    }
```

```
    if Q < 3800 and Producto = 10 then
```

```
    {
```

```
        if ValorActB1 = 0 then
```

```
            // Cambia de producto en el pulmon
```

```
            solo si no hay nada en operacion
```

ValorActB1 = 4

PreparacionTanqueB1_4(Q)

}

if ValorActB1 = 4 then
en el pulom o el pulmon esta vacio

// Si el producto que esta en el premix es igual al que esta

que vacie el tanque premix

Route 1

// Manda la orden para

Else

Route 2

// Sino aguanta la orden

}

//-----DR500-----

if Q > 0 and Producto = 11 then

// Orden de producción para DR250

{

```
if Q = 3800 and Producto = 11 then
{
    if ValorActB1 = 0 then // Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
        ValorActB1 = 4

        Emulsion3800B1_4 // Operacion de mezcla
}

macro

if Q < 3800 and Producto = 11 then
{
    if ValorActB1 = 0 then // Cambia de producto en el pulmon
        solo si no hay nada en operacion
        ValorActB1 = 4

        PreparacionTanqueB1_4(Q)
}
}
```



```

    }

    if Q < 3800 and Producto = 12 then
    {
        solo si no hay nada en operacion
        if ValorActB1 = 0 then
            ValorActB1 = 4
            PreparacionTanqueB1_4(Q)
        }

        if ValorActB1 = 4 then
            en el pulom o el pulmon esta vacio
            que vacie el tanque premix
            Route 1
            Route 2
        Else
            Route 2
        }

        // Cambia de producto en el pulmon
        // Si el producto que esta en el premix es igual al que esta
        // Manda la orden para
        // Sino aguanta la orden

```

```

//-----DL250-----
if Q > 0 and Producto = 13 then                                     // Orden de producción para DL250
{
    if Q = 3800 and Producto = 13 then
    {
        if ValorActB1 = 0 then                                     // Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
        {
            ValorActB1 = 5

            Emulsion3800B1_5                                       // Operacion de mezcla
        }
    }

    if Q < 3800 and Producto = 13 then
    {
        if ValorActB1 = 0 then                                     // Cambia de producto en el pulmon
        {
            ValorActB1 = 5
        }
    }
}

```

macro

solo si no hay nada en operacion

PreparacionTanqueB1_5(Q)

}

if ValorActB1 = 5 then
en el pulom o el pulmon esta vacio

// Si el producto que esta en el premix es igual al que esta

que vacie el tanque premix

Route 1

// Manda la orden para

Else

Route 2

// Sino aguanta la orden

}

//-----DL500-----

if Q > 0 and Producto = 14 then

// Orden de producción para DL500

{

if Q = 3800 and Producto = 14 then

{

```
if ValorActB1 = 0 then // Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
    ValorActB1 = 5

    Emulsion3800B1_5 // Operacion de mezcla

macro
}

if Q < 3800 and Producto = 14 then
{
    if ValorActB1 = 0 then // Cambia de producto en el pulmon
        solo si no hay nada en operacion
        ValorActB1 = 5

        PreparacionTanqueB1_5(Q)
}

if ValorActB1 = 5 then // Si el producto que esta en el premix es igual al que esta
    en el pulom o el pulmon esta vacio
```



```
que vacie el tanque premix          Route 1                                // Manda la orden para
                                     Else
                                     Route 2                                // Sino aguanta la orden
                                     }
}
```

```
L1:      1  OrdenProduccionB1 VaciadoTanqueB1  FIRST 1
          2  OrdenProduccionB1 VaciadoTanqueB1  SEND 1
          3  OrdenProduccionB1 VaciadoTanqueB1  SEND 1
```

OrdenProduccionB1 VaciadoTanqueB1

If producto = 1 then

ValorActB1 = 1

If producto = 2 then

ValorActB1 = 1

If producto = 6 then

ValorActB1 = 2

If producto = 7 then

ValorActB1 = 2

If producto = 8 then

ValorActB1 = 3

If producto = 9 then

 ValorActB1 = 3

If producto = 10 then

 ValorActB1 = 4

If producto = 11 then

 ValorActB1 = 4

If producto = 13 then

 ValorActB1 = 5

If producto = 14 then

 ValorActB1 = 5

do

 Tank_Transfer(Premix1, Pulmon1,1, 227, 0, 3799) // Se encarga de vaciar el premix

until Tank_FreeCap(Premix1) = 3800

if contents(PlanificacionB1,OrdenProduccionB1) = 1 then //Revisa si hay ordenes esperando en PlanificacionB1

{

 SEND 1 OrdenProduccionB1 TO ProduccionB1Tanques

}

```
1 OrdenProduccionB1 ProduccionB1 FIRST 1
```

```
OrdenProduccionB1 ProduccionB1 int contador // Contador que registra los kilos q se manda a producir
```

```
if Q > 0 then
```

```
{
```

```
do
```

```
{
```

```
    contador = contador + 1
```

```
    wait 1.5 sec  
tanque pulmon al MPU se definio por las distancias y hp de la bomba(?)
```

```
// Tiempo que demora el producto desde el
```

```
    if Producto = 1 then
```

```
        ORDER 1 B_Vital250 TO Cola_Kombinator
```

```
    if Producto = 2 then
```

```
        ORDER 1 B_Vital500 TO Cola_Kombinator
```

```
    if Producto = 6 then
```

```
        ORDER 1 B_Light250 TO Cola_Kombinator
```

```
    if Producto = 7 then
```

```
        ORDER 1 B_Light500 TO Cola_Kombinator
```

```
    if Producto = 8 then
```

```
        ORDER 1 B_Canola250 TO Cola_Kombinator
```

if Producto = 9 then

ORDER 1 B_Canola500 TO Cola_Kombinator

if Producto = 10 then

ORDER 1 D_Regular250 TO Cola_Kombinator

if Producto = 11 then

ORDER 1 D_Regular500 TO Cola_Kombinator

if Producto = 13 then

ORDER 1 D_Light250 TO Cola_Kombinator

if Producto = 14 then

ORDER 1 D_Light500 TO Cola_Kombinator

Tank_Dec(Pulmon1, 1)

}

until Q - contador < 1

```

    }

    1 OrdenProduccionB1 EXIT      FIRST 1

ALL Cola_Kombinator      1 ALL      Kombinator      FIRST 1

ALL Kombinator      wait 1.5 sec      // Espera el tiempo de proceso definido por la tasas

    1 ALL      RecirculacionB1      FIRST 1

ALL RecirculacionB1      1 ALL      B1      FIRST 1

ALL B1

    wait tasa sec

if FreeCap(RecirculacionB1) = Cap(RecirculacionB1) and contents(Kombinator)= 0 then
{

    ValorAntB1 = ValorActB1

    ValorActB1=0      // Se resetea la var de control

if contents(ProduccionB1Tanques,OrdenProduccionB1) = 1 then
{

```

SEND 1 OrdenProduccionB1 TO VaciadoTanqueB1

}

}

/*

SalidaPlanCantidad[indice] = SalidaPlanCantidad[indice] + 1

If SalidaPlanCantidad[Indice] = EntradaDemanda[Indice] then

{

SalidaPlanDia[Indice] = caldom() //Solo sirve en pm7

SalidaPlanMes[Indice] = calmonth() //Solo sirve en pm7

SalidaPlanHora[Indice] = CalHour()

}

*/ 1 ALL BPTB1 FIRST 1

ALL BPTB1

1 ALL EXIT FIRST 1

OrdenProduccionB2 Cola_PalnificacionB2 1 OrdenProduccionB2 PlanificacionB2 FIRST 1

OrdenProduccionB2 PlanificacionB2

 // Revisa si existe una orden de limpieza

if limpiezaB2 = 1 then

{

 Tank_Prep(Premix2, 8*60) // Limpieza programada antes de del primer batch de producción

 //Tank_Prep(Pulmon2, 8*60) // Limpieza programada antes de del primer batch de producción

 route 3

 goto L1

}

if Tank_FreeCap(Premix2) = 2800 and Contents(ProduccionB2Tanques)= 0 then // Lo aguanta hasta que el premix este vacio

 Route 1

Else

 Route 2


```
L1:      1 OrdenProduccionB2 ProduccionB2Tanques FIRST 1
        2 OrdenProduccionB2 ProduccionB2Tanques SEND 1
        3 OrdenProduccionB2 EXIT      FIRST 1
```

```
OrdenProduccionB2 ProduccionB2Tanques int Cantidad      // Cantidad a producir variable usada
```

```
//-----BV1000-----
```

```
if Q > 0 and Producto = 3 then      // Orden de producción para BV1000
{
```

```
    if Q = 2800 and Producto = 3 then
```

```
    {
```

```
        if ValorActB2 = 0 then      // Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
```

```
            ValorActB2 = 1
```

```
macro      Emulsion2800B2_1      // Operacion de mezcla
```

```
    }
```



```

//-----BV3000-----
if Q > 0 and Producto = 4 then
{
    // Orden de producción para BV3000

    if Q = 2800 and Producto = 4 then
    {
        if ValorActB2 = 0 then
        {
            // Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion

            ValorActB2 = 1

            Display "se da"
        }

        Emulsion2800B2_1
        // Operacion de mezcla
macro
    }

    if Q < 2800 and Producto = 4 then
    {
        if ValorActB2 = 0 then
        {
            // Cambia de producto en el pulmon
            solo si no hay nada en operacion
        }
    }
}

```

ValorActB2 = 1

PreparacionTanqueB2_1(Q)

}

if ValorActB2 = 1 then
en el pulom o el pulmon esta vacio

// Si el producto que esta en el premix es igual al que esta

{

Route 1
que vacie el tanque premix

// Manda la orden para

}

Else

Route 2

// Sino aguanta la orden

}

//-----BV50-----

```

if Q > 0 and Producto = 5 then                                     // Orden de producción para BV50
{
    if Q = 2800 and Producto = 5 then
    {
        if ValorActB2 = 0 then                                     // Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
        {
            ValorActB2 = 1
        }
        Emulsion2800B2_1                                           // Operacion de mezcla
    }
}

if Q < 2800 and Producto = 5 then
{
    if ValorActB2 = 0 then                                         // Cambia de producto en el pulmon
    {
        ValorActB2 = 1
    }
    PreparacionTanqueB2_1(Q)
}
}
macro
solo si no hay nada en operacion

```

```
}
```

```
if ValorActB2 = 1 then  
en el pulom o el pulmon esta vacio
```

```
// Si el producto que esta en el premix es igual al que esta
```

```
que vacie el tanque premix
```

```
Route 1
```

```
// Manda la orden para
```

```
Else
```

```
Route 2
```

```
// Sino aguanta la orden
```

```
}
```

```
//-----DR1000-----
```

```
if Q > 0 and Producto = 12 then
```

```
// Orden de producción para DR1000
```

```
{
```

```
if Q = 2800 and Producto = 12 then
```

```
{
```

```
if ValorActB2 = 0 then
```

```
// Cambia de producto en el pulmon solo si no hay nada en operacion
```

ValorActB2 = 4

macro

Emulsion2800B2_4

// Operacion de mezcla

}

if Q < 2800 and Producto = 12 then

{

solo si no hay nada en operacion

if ValorActB2 = 0 then

// Cambia de producto en el pulmon

ValorActB2 = 4

PreparacionTanqueB2_4(Q)

}

if ValorActB2 = 4 then
en el pulom o el pulmon esta vacio

// Si el producto que esta en el premix es igual al que esta

```
que vacie el tanque premix      Route 1                                // Manda la orden para
                                  Else
                                  Route 2                                // Sino aguanta la orden
                                  }
}
```

```
L1:      1 OrdenProduccionB2 VaciadoTanqueB2  FIRST 1
          2 OrdenProduccionB2 VaciadoTanqueB2  SEND 1
```

OrdenProduccionB2 VaciadoTanqueB2

```
if Producto = 3 then
```

```
    ValorActB2 = 1
```

```
if Producto = 4 then
```

```
    ValorActB2 = 1
```

```
if Producto = 5 then
```

```
    ValorActB2 = 1
```

```
if Producto = 12 then
```



```
        ValorActB2 = 4

do

    Tank_Transfer(Premix2, Pulmon2,1, 227, 0, 2799)           // Se encarga de vaciar el premix

until Tank_FreeCap(Premix2) = 2800

if contents(PlanificacionB2,OrdenProduccionB2) = 1 then      //Revisa si hay ordenes esperando en PlanificacionB2
    {
        SEND 1 OrdenProduccionB2 TO ProduccionB2Tanques
    }

/*if contents(RecirculacionB2) >= 1000 then
    {
        Route 2
    }
Else
    Route 1
*/
```

```
1 OrdenProduccionB2 ProduccionB2 FIRST 1
```

```
OrdenProduccionB2 ProduccionB2 int contador // Contador que registra los kilos q se manda a producir
```

```
//display Q
```

```
//Display Producto
```

```
if Q > 0 then
```

```
{
```

```
do
```

```
{
```

```
contador = contador + 1
```

```
wait 1.5 sec
```

```
tanque pulmon al MPU se definio por las distancias y hp de la bomba(?)
```

```
// Tiempo que demora el producto desde el
```

```
if Producto = 3 then
```

```
ORDER 1 B_Vital1000 TO cola_Votator
```

```

if Producto = 4 then
    ORDER 1 B_Vital3000 TO cola_Votator

if Producto = 5 then
    ORDER 1 B_Vital50 TO cola_Votator

if Producto = 12 then
    ORDER 1 D_Regular1000 TO cola_Votator

Tank_Dec(Pulmon2, 1)

}

until Q - contador < 1

```

```

}      1 OrdenProduccionB2 EXIT      FIRST 1
ALL    cola_Votator      1 ALL      Votator      FIRST 1
ALL    Votator      wait 2 sec      // Espera el tiempo de proceso definido por la tasas
      1 ALL      recirculacionB2      FIRST 1

```

```
ALL      recirculacionB2  /*  
        if contents(RecirculacionB2) <= 500 and Contents(VaciadoTanqueB2) = 1 then  
        {  
            SEND 1 OrdenProduccionB2 TO ProduccionB2  
        }  
        */
```

```
        1 ALL      ventanaB2      FIRST 1  
ALL      ventanaB2      if contents(ventanaB2, D_Regular1000) = 1 then  
        Route 1  
        if contents(ventanaB2, B_Vital3000) = 1 then  
        Route 2  
        if contents(ventanaB2, B_Vital1000) = 1 then  
        Route 3  
        if contents(ventanaB2, B_Vital50) = 1 then  
        Route 4      1 D_Regular1000 B2      FIRST 1  
        2 B_Vital3000 Em      FIRST 1  
        3 B_Vital1000 B2      FIRST 1  
        4 B_Vital50 Em      FIRST 1
```

ALL B2

wait tasa sec

if FreeCap(RecirculacionB2) = Cap(RecirculacionB2) and contents(Votator)= 0 and Tank_FreeCap(Pulmon2) = Tank_Cap(Pulmon2) and contents(Em) = 0 then

{

 ValorAntB2 = ValorActB2

 ValorActB2=0 // Se resetea la var de control

 if contents(ProduccionB2Tanques,OrdenProduccionB2) = 1 then

 {

 SEND 1 OrdenProduccionB2 TO VaciadoTanqueB2

 }

}

/*

SalidaPlanCantidad[indice] = SalidaPlanCantidad[indice] + 1

If SalidaPlanCantidad[Indice] = EntradaDemanda[Indice] then

```

{
    SalidaPlanDia[Indice] = caldom()           //Solo sirve en pm7
    SalidaPlanMes[Indice] = calmonth()        //Solo sirve en pm7
    SalidaPlanHora[Indice] = CalHour()
}

```

```

*/      1  ALL      BPTB2      FIRST 1
ALL     BPTB2      1  ALL      EXIT      FIRST 1
ALL     Em

```

wait tasa sec

if FreeCap(RecirculacionB2) = Cap(RecirculacionB2) and contents(Votator)= 0 and contents(B2)=0 and Tank_FreeCap(Pulmon2) = Tank_Cap(Pulmon2) then

```

{
    ValorAntB2 = ValorActB2
    ValorActB2=0           // Se resetea la var de control
}

```

```
if contents(ProduccionB2Tanques,OrdenProduccionB2) = 1 then
{
    SEND 1 OrdenProduccionB2 TO VaciadoTanqueB2
}
}

/*
SalidaPlanCantidad[indice] = SalidaPlanCantidad[indice] + 1

If SalidaPlanCantidad[Indice] = EntradaDemanda[Indice] then
{
    SalidaPlanDia[Indice] = caldom()           //Solo sirve en pm7
    SalidaPlanMes[Indice] = calmonth()        //Solo sirve en pm7
    SalidaPlanHora[Indice] = CalHour()
}
*/
```

ALL BPTEm 1 ALL EXIT FIRST 1

* Arrivals *

Entity Location Qty each First Time Occurrences Frequency Logic

PlanDiario Cola_SepOrd 1 1 0 BV250 = 3800
Tasa = 3.38

PlanDiario Cola_SepOrd 1 1 0 BV500= 3800
Tasa = 2.82

PlanDiario Cola_SepOrd 1 1 0 DR500 = 5000
Tasa = 2.82

PlanDiario Cola_SepOrd 1 1 0 DL500 = 3800
Tasa = 2.82

PlanDiario Cola_SepOrd 1 1 0 BL250 = 2000
Tasa = 3.38

PlanDiario Cola_SepOrd 1 1 0 BL500 = 4000

Tasa = 2.82

PlanDiario Cola_SepOrd 1 1 0 DL250 = 7000

Tasa = 2.82

PlanDiario Cola_SepOrd 1 1 0 BV1000= 2800

Tasa = 3.84

PlanDiario Cola_SepOrd 1 1 0 dr1000 = 2800

Tasa = 3.84

PlanDiario Cola_SepOrd 1 1 0 BV3000= 2800

tasa= 4.02

PlanDiario Cola_SepOrd 1 1 0 bv50 = 2800

Tasa = 7.55

* Attributes *

ID Type Classification

BV250 Integer Entity

BV500 Integer Entity

BV1000 Integer Entity

BV3000 Integer Entity

BV50 Integer Entity

BL250 Integer Entity

BL500 Integer Entity

BC250 Integer Entity

BC500 Integer Entity

DR250 Integer Entity

DR500 Integer Entity

DR1000 Integer Entity

DL250 Integer Entity

DL500 Integer Entity

LimpiezaB1 Integer Entity

LimpiezaB2 Integer Entity

#

#Registra el producto en la locación

#

PrdActB1 Integer Location

#

#Registra el producto en la locación

PrdActB2 Integer Location

#

#Valor menor a 3.8 ton q falta para completar el batch

FaltanteB1 Integer Entity

#

#Valor menor a 2.8 ton q falta para completar el batch

FaltanteB2 Integer Entity

#

#Tiempo de ciclo definido en el archivo de arribos

Tasa Real Entity

#

#Cantidad de cada orden de producción

Q Integer Entity

#

#1. BV250

#2. BV500

#3. BV1000

#4. BV3000

#5. BV50

#6. BL250

#7. BL500

#8. BC250

#9. BC500

#10. DR250

#11. DR500

#12. DR1000

#13. DL250

#14. DL500

#

Producto Integer Entity

#

#Controla los planes definido en el archivo de entrada

Indice Integer Entity

Att1 Integer Entity

* Variables (global) *

ID Type Initial value Stats

#

#Records the quantity remaining after a fill if there was insufficient capacity.

Tank_QtyLeft Real 0 None

#

#Define la cantidad que se debe producir en esa linea hasta pasar a otro producto

#

ValorActB1 Integer 0 None

ValorAntB1 Integer 0 None

#

#Define la cantidad que se debe producir en esa linea hasta pasar a otro producto

#

ValorActB2 Integer 0 Basic

ValorAntB2 Integer 0 None

#

#Se produce al haber cambio de emulsión (ValorActB1)

DesperdicioB1 Integer 0 Time Series

* Arrays *

ID	Dimensions	Type
Tank_Level	100	Real
Tank_Statistics	100,14	Real
Tank_State	100	Integer
Tank_Product	100	Integer
Tank_Fills	100	Integer
SalidaPlanDia	46	Integer
SalidaPlanMes	46	Integer
SalidaPlanHora	46	Integer
SalidaPlanCantidad	46	Integer
EntradaDemanda	46	Integer

* Macros *

ID	Text
Tank_Idle	0 // state for an idle tank

```
Tank_Operation      1
Tank_Setup          2
Tank_Filling        3
Tank_Emptying       4
Tank_Blocked        5
Tank_Down           6
Tank_Loop           While 1 do
Tank_TimeStep       .2
Tank_Stop           -1.0
Tank_LongestIdle    1
Tank_LongestBlocked 2
Tank_InOrder        3
Emulsion3800B1_1    //BV
```

```
// Macro para preparacion = 3800
```

```
Tank_Transfer(I1, Premix1, 1201.58, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0)
```

```
Tank_Transfer(I2, Premix1, 345.80, 1+L(251,112), 0, 0)
```

```
Tank_Transfer(I3, Premix1, 292.6, 1+L(251,112), 0, 0)
```

```
Tank_Transfer(I4, Premix1, 425.6, 1+L(248,144), 0, 0)
```

```
Tank_Transfer(I5, Premix1, 399, 1+L(248,144), 0, 0)
```

```
Tank_Transfer(I6, Premix1, 598.61, 309 + L(614,951), 0, 0)
```

wait 1 min

Tank_Inc(Premix1,0.23)

Tank_Dec(I7,0.23)

//Tank_Transfer(I7, Premix1, 0.23, N(0.305,0.152), 0, 0)

Tank_Transfer(I8, Premix1, 475, 245+L(131,536), 0, 0)

Tank_Transfer(I9, Premix1, 42.22,20.6+L(78.8,354) , 0, 0)

Tank_Transfer(I10, Premix1, 19.36,1+L(1.63,0.644), 0, 0)

Tank_DoOperation(Premix1, 10)

// Operacion

de mezcla

Emulsion3800B1_2 // BL

// Macro para preparacion = 3800

Tank_Transfer(I1, Premix1, 952.869, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0)

Tank_Transfer(I2, Premix1, 271.70, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I3, Premix1, 229.9,1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I4, Premix1, 334.4, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I5, Premix1, 313.5, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I6, Premix1, 1211.869, 309 + L(614,951), 0, 0)

wait 1 min

Tank_Inc(Premix1,0.228)

Tank_Dec(I7,0.228)

//Tank_Transfer(I7, Premix1, 0.228, N(0.305,0.152), 0, 0)

Tank_Transfer(I8, Premix1, 323, 245+L(131,536), 0, 0)

Tank_Transfer(I9, Premix1, 137.222, 20.6+L(78.8,354) , 0, 0)

Tank_Transfer(I10, Premix1, 25.312, 1+L(1.63,0.644), 0, 0)

Tank_DoOperation(Premix1, 10)

// Operacion

de mezcla

Emulsion3800B1_3 // BC

// Macro para preparacion = 3800

Tank_Transfer(I1, Premix1, 1117 , 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0)

Tank_Transfer(I2, Premix1, 321.1, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I3, Premix1, 271.7, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I4, Premix1, 370.5, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I5, Premix1, 395.2, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I6, Premix1, 788.797, 309 + L(614,951), 0, 0)

wait 1 min

Tank_Inc(Premix1,0.228)

Tank_Dec(I7,0.228)

//Tank_Transfer(I7, Premix1, 0.228, N(0.305,0.152), 0, 0)

Tank_Transfer(I8, Premix1, 475, 245+L(131,536), 0, 0)

Tank_Transfer(I9, Premix1, 42.222, 20.6+L(78.8,354) , 0, 0)

```

Tank_Transfer(I10, Premix1, 18.253,1+L(1.63,0.644), 0, 0)

Tank_DoOperation(Premix1, 10) // Operacion

de mezcla

Emulsion3800B1_4 // DR

// Macro para preparacion = 3800

Tank_Transfer(I1, Premix1, 2337, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0)

Tank_Transfer(I2, Premix1, 0, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I3, Premix1, 0, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I4, Premix1, 0, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I5, Premix1, 239, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I6, Premix1, 720, 309 + L(614,951), 0, 0)

wait 1 min

Tank_Inc(Premix1,89)

Tank_Dec(I7,89)

//Tank_Transfer(I7, Premix1, 89, N(0.305,0.152), 0, 0)

Tank_Transfer(I8, Premix1, 399, 245+L(131,536), 0, 0)

Tank_Transfer(I9, Premix1, 0, 20.6+L(78.8,354) , 0, 0)

Tank_Transfer(I10, Premix1, 16, 1+L(1.63,0.644), 0, 0)

Tank_DoOperation(Premix1, 10) // Operacion

de mezcla

Emulsion3800B1_5 // DL

```

// Macro para preparacion = 3800

Tank_Transfer(I1, Premix1, 1840.3387, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0)

Tank_Transfer(I2, Premix1, 0, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I3, Premix1, 0, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I4, Premix1, 0, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I5, Premix1, 188.1, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I6, Premix1, 1286.9477, 309 + L(614,951), 0, 0)

wait 1 min

Tank_Inc(Premix1,69.9516)

Tank_Dec(I7,69.9516)

//Tank_Transfer(I7, Premix1, 69.9516, N(0.305,0.152), 0, 0) Siempre demora 1 min

Tank_Transfer(I8, Premix1, 399, 245+L(131,536), 0, 0)

Tank_Transfer(I9, Premix1, 0, 20.6+L(78.8,354) , 0, 0)

Tank_Transfer(I10, Premix1, 15.662, 1+L(1.63,0.644), 0, 0)

Tank_DoOperation(Premix1, 10)

// Operacion

de mezcla

Emulsion2800B2_1 //BV

// Macro para preparacion = 2800

Tank_Transfer(I1, Premix2, 885.374, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0)

Tank_Transfer(I2, Premix2, 254.8, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I3, Premix2, 215.6, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I4, Premix2, 313.6, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I5, Premix2, 294, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I6, Premix2, 441.083, 309 + L(614,951), 0, 0)

wait 1 min

Tank_Inc(Premix2,0.168)

Tank_Dec(I7,0.168)

//Tank_Transfer(I7, Premix2, 0.168, N(0.305,0.152), 0, 0)

Tank_Transfer(I8, Premix2, 350, 245+L(131,536), 0, 0)

Tank_Transfer(I9, Premix2, 31.111,20.6+L(78.8,354) , 0, 0)

Tank_Transfer(I10, Premix2, 14.264,1+L(1.63,0.644), 0, 0)

Tank_DoOperation(Premix2, 10)

// Operacion

de mezcla

Emulsion2800B2_4 // DR

// Macro para preparacion = 2800

Tank_Transfer(I1, Premix2, 1721.767, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0)

Tank_Transfer(I2, Premix2, 0, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I3, Premix2, 0, 1+L(251,112), 0, 0)

```

Tank_Transfer(I4, Premix2, 0, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I5, Premix2, 176.4, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I6, Premix2, 530.506, 309 + L(614,951), 0, 0)

wait 1 min

Tank_Inc(Premix2,65.543)

Tank_Dec(I7,65.543)

//Tank_Transfer(I7, Premix2, 65.543, N(0.305,0.152), 0, 0)

Tank_Transfer(I8, Premix2, 294, 245+L(131,536), 0, 0)

Tank_Transfer(I9, Premix2, 0, 20.6+L(78.8,354) , 0, 0)

Tank_Transfer(I10, Premix2, 11.784, 1+L(1.63,0.644), 0, 0)

Tank_DoOperation(Premix2, 10)

```

// Operacion

de mezcla

* Subroutines *

ID	Type	Parameter	Type	Logic
----	------	-----------	------	-------

Tank_Fill	None	Tank_ID	Integer	// Fills a tank_ID by a quantity and rate.
-----------	------	---------	---------	--

Tank_FillQty Real

Tank_FillRate Real Real Tank_TimeInc

Tank_ResumeLevel Real Real Tank_FillInc

Real Tank_FillCapacity = Tank_Cap(Tank_ID)

Int Tank_VarRate=0

Real Tank_FillRequest = Tank_FillQty

If Tank_FillRate <= 0.0

Then Tank_VarRate = 1

Else Tank_FillRate = Tank_FillRate * Tank_TimeStep // convert units per minute to units per timestep

Wait Until Tank_State[Tank_ID] <> Tank_Down // Don't fill if Tank_ID is down

While Tank_FillQty > 0.0000001 do

{

Tank_TimeInc = Tank_TimeStep

If Tank_Level [Tank_ID] = Tank_FillCapacity then // Is Tank_ID already full?

{

If Tank_ResumeLevel = Tank_Stop then

{

Tank_QtyLeft = Tank_FillQty

Return

}

```

If Tank_ResumeLevel = 0.0

Then Stop "Attempted to fill "$Loc(Tank_ID) $" beyond its capacity of " $Tank_Cap(Tank_ID)

Else If Tank_ResumeLevel >= Tank_FillCapacity

Then Stop "Resume Level in Tank_Fill subroutine for "$Loc(Tank_ID)$ " must be less than its capacity"

Else Wait Until Tank_Level[Tank_ID] <= Tank_ResumeLevel // wait for drop to resume filling

}

if Tank_VarRate then

{

Tank_FillRate = Tank_Rate(0, Tank_ID) * Tank_TimeStep

if Tank_FillRate = 0.0 then

{

Tank_QtyLeft = Tank_FillQty

Return

}

}

// Adjust rate for last remaining quantity

If Tank_FillQty < Tank_FillRate then

{

Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_FillQty / Tank_FillRate // proportionalize

Tank_FillInc = Tank_FillQty

}

```

```

Else Tank_FillInc = Tank_FillRate

If Tank_FillCapacity - Tank_Level[Tank_ID] < Tank_FillInc then // Test for insufficient cap BEFORE Wait
    {
        Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * (Tank_FillCapacity - Tank_Level[Tank_ID]) / Tank_FillInc // proportionalize
        Tank_FillInc = Tank_FillCapacity - Tank_Level[Tank_ID]
    }

if Tank_State[Tank_ID] <> Tank_Filling
then Tank_SetState(Tank_ID, Tank_Filling)

Wait Tank_TimeInc

Wait Until Tank_State[Tank_ID] <> Tank_Down // Don't fill if Tank_ID is down

If Tank_FillCapacity - Tank_Level[Tank_ID] < Tank_FillInc // Test for insufficient cap AFTER Wait
then Tank_FillInc = Tank_FillCapacity - Tank_Level[Tank_ID]

Dec Tank_FillQty, Tank_FillInc

Inc Tank_Level [Tank_ID], Tank_FillInc

Tank_UpdateStats (Tank_ID)

}

// Adjust for floating point error
if Tank_Level[Tank_ID] < Tank_FillRequest
then if Tank_Level[Tank_ID] + .0000001 > Tank_FillRequest then
    {
        Tank_Level[Tank_ID] = Tank_FillRequest
    }

```



```
Tank_UpdateStats (Tank_ID)
}
Tank_QtyLeft = 0.0
Inc Tank_Fills[Tank_ID]
```

Tank_Empty None Tank_ID Integer // Empties a Tank_ID by a quantity and rate.

Tank_EmptyQty Real

Tank_EmptyRate Real Real Tank_TimeInc

Tank_ResumeLevel Real Real Tank_EmptyInc

Int Tank_VarRate

If Tank_EmptyRate <= 0.0

Then Tank_VarRate = 1

Else Tank_EmptyRate = Tank_EmptyRate * Tank_TimeStep // convert units per minute to units per timestep

Wait Until Tank_State[Tank_ID] <> Tank_Down // Don't empty if Tank_ID is down

While Tank_EmptyQty > 0.0 do

{

 Tank_TimeInc = Tank_TimeStep

 If Tank_Level [Tank_ID] = 0.0 then // Is Tank_ID empty?

```
{  
  
If Tank_ResumeLevel = Tank_Stop then  
  
    {  
  
        Tank_QtyLeft = Tank_EmptyQty  
  
        Return  
  
    }  
  
If Tank_ResumeLevel = 0.0  
  
Then Stop "Attempted to empty "$Loc(Tank_ID) $" by more than its contents"  
  
Else If Tank_ResumeLevel > Tank_Cap(Tank_ID)  
  
Then Stop "Resume Level in Tank_Empty subroutine for "$Loc(Tank_ID) $" must be less than or equal to its capacity"  
  
Else Wait Until Tank_Level[Tank_ID] >= Tank_ResumeLevel // wait for rise to resume filling  
  
}  
  
If Tank_VarRate then  
  
    {  
  
        Tank_EmptyRate = Tank_Rate(Tank_ID, 0) * Tank_TimeStep  
  
        if Tank_EmptyRate = 0.0 then  
  
            {  
  
                Tank_QtyLeft = Tank_EmptyQty  
  
                Return  
  
            }  
  
        }  
  
    }
```

```
If Tank_EmptyQty < Tank_EmptyRate then // test for final partial amount

    {

        Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_EmptyQty / Tank_EmptyRate //proportionalize

        Tank_EmptyInc = Tank_EmptyQty

    }

Else Tank_EmptyInc = Tank_EmptyRate

If Tank_Level [Tank_ID] < Tank_EmptyInc then // Test for insufficient qty BEFORE Wait

    {

        Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_Level [Tank_ID] / Tank_EmptyInc // proportionalize

        Tank_EmptyInc = Tank_Level [Tank_ID]

    }

if Tank_State[Tank_ID] <> Tank_Emptying

then Tank_SetState(Tank_ID,Tank_Emptying)

Wait Tank_TimeInc

Wait Until Tank_State[Tank_ID] <> Tank_Down // Don't empty if Tank_ID is down

If Tank_Level [Tank_ID] < Tank_EmptyInc then // Test for insufficient qty AFTER Wait

    Tank_EmptyInc = Tank_Level [Tank_ID]

Dec Tank_EmptyQty, Tank_EmptyInc

Dec Tank_Level [Tank_ID], Tank_EmptyInc

Tank_UpdateStats (Tank_ID)

}
```

Tank_QtyLeft = 0.0

Tank_Transfer None Tank_FromID Integer // Transfers a quantity from one Tank_ID to another.

Tank_ToID Integer

Tank_TransferQty Real Real Tank_ToQty

Tank_FromRate Real Real Tank_FromQty

Tank_ToRate Real Real Tank_TimeInc

Tank_ResumeLevel Real Real Tank_ToCapacity = Tank_Cap(Tank_ToID)

Int Tank_VarRate = 0

Wait Until Tank_State[Tank_FromID] <> Tank_Down // Don't transfer if FROM Tank_ID is down

If Tank_FromRate <= 0.0 // test for variable rate transfer

Then Tank_VarRate = 1 // used as a flag

Else

{

Tank_FromRate = Tank_FromRate * Tank_TimeStep // convert units per clock unit to per timestep

If Tank_ToRate = 0.0

Then Tank_ToRate = Tank_FromRate

Else Tank_ToRate = Tank_ToRate * Tank_TimeStep // convert units per clock unit to per timestep

}

While Tank_TransferQty > 0.0000001 do

```

{
Tank_TimeInc = Tank_TimeStep

// Make sure there is available TO capacity

If Tank_Level [Tank_ToID] >= Tank_ToCapacity then

    {

        If Tank_ResumeLevel = Tank_Stop then

            {

                Tank_QtyLeft = Tank_TransferQty

                Return

            }

        If Tank_ResumeLevel = 0.0

        Then Stop "Attempted to fill "$Loc(Tank_ToID) $" beyond its capacity of " $Tank_ToCapacity

        Else If Tank_ResumeLevel >= Tank_ToCapacity

        Then Stop "Resume Level in Tank_Transfer subroutine for "$Loc(Tank_FromID) $" must be less than its capacity"

        else Wait Until Tank_Level[Tank_ToID] <= Tank_ResumeLevel

    }

If Tank_Level [Tank_FromID] <= 0.0 then Wait Until Tank_Level [Tank_FromID] > 0.0    // test for empty FROM tank_ID

// For variable flow rate, call Tank_Rate subroutine to find rate

If Tank_VarRate then

    {

```

```
Tank_FromRate = Tank_Rate (Tank_FromID, Tank_ToID) * Tank_TimeStep // convert var units per clock unit to per timestep
```

```
if Tank_FromRate = 0.0 then
```

```
{
```

```
Tank_QtyLeft = Tank_TransferQty
```

```
Return
```

```
}
```

```
Tank_ToRate = Tank_FromRate
```

```
}
```

```
// Test for final remaining quantity
```

```
If Tank_TransferQty < Tank_FromRate then
```

```
{
```

```
Tank_FromQty = Tank_TransferQty // reduce to remaining quantity
```

```
Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_FromQty / Tank_FromRate // proportionalize
```

```
Tank_ToQty = Tank_ToRate * Tank_FromQty / Tank_FromRate // proportionalize
```

```
}
```

```
Else
```

```
{
```

```
Tank_FromQty = Tank_FromRate
```

```
Tank_ToQty = Tank_ToRate
```

```
}
```

```
// Adjust flow rates based on FROM level BEFORE time step

If Tank_Level[Tank_FromID] < Tank_FromQty then

    {

        Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_Level[Tank_FromID] / Tank_FromQty // proportionalize

        Tank_ToQty = Tank_ToQty * Tank_Level[Tank_FromID] / Tank_FromQty // proportionalize

        Tank_FromQty = Tank_Level[Tank_FromID] // reduce to remaining quantity

    }

// Further adjust flow rates based on TO level BEFORE time step

If Tank_ToCapacity - Tank_Level[Tank_ToID] < Tank_ToQty then

    {

        Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * (Tank_ToCapacity - Tank_Level[Tank_ToID]) / Tank_ToQty

        Tank_FromQty = Tank_FromQty * (Tank_ToCapacity - Tank_Level[Tank_ToID]) / Tank_ToQty

        Tank_ToQty = Tank_ToCapacity - Tank_Level[Tank_ToID]

    }

if Tank_State[Tank_FromID] <> Tank_Emptying

then Tank_SetState(Tank_FromID, Tank_Emptying)

if Tank_State[Tank_ToID] <> Tank_Filling

then Tank_SetState(Tank_ToID, Tank_Filling)

Wait Tank_TimeInc
```

```

Wait Until Tank_State[Tank_FromID] <> Tank_Down // Don't transfer if FROM Tank_ID is down

// Adjust rate based on FROM level after time step

If Tank_Level[Tank_FromID] < Tank_FromQty then

    {

        Tank_ToQty = Tank_ToQty * Tank_Level[Tank_FromID] / Tank_FromQty // proportionalize

        Tank_FromQty = Tank_Level[Tank_FromID] // reduce to remaining qty

    }

// Further adjust flow rates based on available TO capacity

If Tank_ToCapacity - Tank_Level[Tank_ToID] < Tank_ToQty then

    {

        Tank_FromQty = Tank_FromQty * (Tank_ToCapacity - Tank_Level[Tank_ToID]) / Tank_ToQty // proportionalize

        Tank_ToQty = Tank_ToCapacity - Tank_Level[Tank_ToID]

    }

Dec Tank_Level [Tank_FromID], Tank_FromQty

Tank_UpdateStats (Tank_FromID)

Inc Tank_Level [Tank_ToID], Tank_ToQty

Tank_UpdateStats (Tank_ToID)

Dec Tank_TransferQty, Tank_FromQty

}

Tank_QtyLeft = 0.0

Inc Tank_Fills[Tank_ToID]

```



```

Tank_TransferDownTo None Tank_FromID Integer // Transfers until FROM tank_ID drops to a specified level

    Tank_ToID Integer

    Tank_FromLevel Real if (Tank_FromLevel < 0.0) or (Tank_FromLevel > Tank_Cap(Tank_FromID))

    Tank_FromRate Real then Stop ""$Tank_FromLevel $ " is not a valid level for "$Loc(Tank_FromID)$" in Tank_TransferDownTo subroutine call"

    Tank_ToRate Real if Tank_Level[Tank_FromID] <= Tank_FromLevel

        then Stop "Level specified in Tank_TransferDownTo is greater than or equal to current level for "$Loc(Tank_FromID)

            Real Tank_ToQty

            Real Tank_FromQty

            Real Tank_TimeInc

            Real Tank_ToCapacity = Tank_Cap(Tank_ToID)

            Int Tank_VarRate = 0

            Wait Until Tank_Level [Tank_FromID] > 0.0 // Don't start until there is at least something in From Tank_ID

            Wait Until Tank_State[Tank_FromID] <> Tank_Down // Don't transfer if FROM Tank_ID is down

            If Tank_FromRate <= 0.0 // test for variable rate transfer

            Then Tank_VarRate = 1 // used as a flag

            Else

                {

```

```

Tank_FromRate = Tank_FromRate * Tank_TimeStep // convert units per clock unit to per timestep

If Tank_ToRate = 0.0

Then Tank_ToRate = Tank_FromRate

Else Tank_ToRate = Tank_ToRate * Tank_TimeStep //convert units per clock unit to per timestep

}

While Tank_Level[Tank_FromID] > Tank_FromLevel Do

{

Tank_TimeInc = Tank_TimeStep

// Make sure there is capacity in TO tank_ID before time step or an infinite loop will occur

If Tank_Level[Tank_ToID] >= Tank_ToCapacity

then Wait Until Tank_Level [Tank_ToID] < Tank_ToCapacity

}

// For variable flow rate, call Tank_Rate subroutine to find rate

If Tank_VarRate then

{

Tank_FromRate =Tank_Rate(Tank_FromID, Tank_ToID) * Tank_TimeStep // convert var units per clock unit to per time step

if Tank_FromRate <= 0.0 then Stop "Tank_Rate must return a value greater than 0 in Tank_TranferToLevel subroutine"

Tank_ToRate = Tank_FromRate

}

}

// Adjust flow rates based on FROM contents

```

```

If Tank_Level[Tank_FromID] - Tank_FromLevel < Tank_FromRate then
    {
        Tank_FromQty = Tank_Level[Tank_FromID] - Tank_FromLevel // reduce to remaining qty
        Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_FromQty / Tank_FromRate // proportionalize
        Tank_ToQty = Tank_ToRate * Tank_FromQty / Tank_FromRate // proportionalize
    }
Else
    {
        Tank_FromQty = Tank_FromRate
        Tank_ToQty = Tank_ToRate
    }

// Further adjust flow rates based on available TO capacity
If Tank_ToCapacity - Tank_Level[Tank_ToID] < Tank_ToQty then
    {
        Tank_FromQty = Tank_FromQty * (Tank_ToCapacity - Tank_Level[Tank_ToID]) / Tank_ToQty
        Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * (Tank_ToCapacity - Tank_Level[Tank_ToID]) / Tank_ToQty
        Tank_ToQty = Tank_ToCapacity - Tank_Level[Tank_ToID]
    }

if Tank_State[Tank_FromID] <> Tank_Emptying
then Tank_SetState(Tank_FromID, Tank_Emptying)

if Tank_State[Tank_ToID] <> Tank_Filling

```

```

then Tank_SetState(Tank_ToID, Tank_Filling)

Wait Tank_TimeInc

Wait Until Tank_State[Tank_FromID] <> Tank_Down // Don't transfer if FROM Tank_ID is down

// Adjust transfer qty based on FROM level AFTER time step

If Tank_Level[Tank_FromID] - Tank_FromLevel < Tank_FromQty then

    {

        Tank_ToQty = Tank_ToQty * (Tank_Level[Tank_FromID] - Tank_FromLevel) / Tank_FromQty // proportionalize

        Tank_FromQty = Tank_Level[Tank_FromID] - Tank_FromLevel // reduce to remaining qty

    }

// Further adjust flow rates based on available TO capacity

If Tank_ToCapacity - Tank_Level[Tank_ToID] < Tank_ToQty then

    {

        Tank_FromQty = Tank_FromQty * (Tank_ToCapacity - Tank_Level[Tank_ToID]) / Tank_ToQty // proportionalize

        Tank_ToQty = Tank_ToCapacity - Tank_Level[Tank_ToID]

    }

Dec Tank_Level [Tank_FromID], Tank_FromQty

Tank_UpdateStats (Tank_FromID)

Inc Tank_Level [Tank_ToID], Tank_ToQty

Tank_UpdateStats (Tank_ToID)

}

```

```

Tank_TransferUpTo  None    Tank_FromID    Integer    // Transfers until TO tank_ID rises to a specified level

    Tank_ToID      Integer

    Tank_ToLevel   Real    if (Tank_ToLevel < 0.0) or (Tank_ToLevel > Tank_Cap(Tank_ToID))

    Tank_FromRate  Real    then Stop ""$Tank_ToLevel $ " is not a valid level for " $Loc(Tank_ToID)$" in Tank_TransferUpTo subroutine call"

    Tank_ToRate    Real    if Tank_Level[Tank_ToID] >= Tank_ToLevel

                        then Stop "Level specified in Tank_TransferUpTo is less than or equal to current level for "$loc(Tank_ToID)

                        Real Tank_ToQty

                        Real Tank_FromQty

                        Real Tank_TimeInc

                        Int Tank_VarRate = 0

                        Wait Until Tank_State[Tank_FromID] <> Tank_Down // Don't transfer if FROM Tank_ID is down

                        If Tank_FromRate <= 0.0 // test for variable rate transfer

                        Then Tank_VarRate = 1 // used as a flag

                        Else

                        {

                        Tank_FromRate = Tank_FromRate * Tank_TimeStep // convert units per clock unit to per timestep

                        If Tank_ToRate = 0.0

                        Then Tank_ToRate = Tank_FromRate

                        Else Tank_ToRate = Tank_ToRate * Tank_TimeStep //convert units per clock unit to per timestep

```

```

    }
While Tank_Level[Tank_ToID] < Tank_ToLevel Do
    {
    Tank_TimeInc = Tank_TimeStep

    // Make sure there is enough From qty BEFORE time step or an infinite loop will occur

    If Tank_Level [Tank_FromID] <= 0.0
    then Wait Until Tank_Level [Tank_FromID] > 0.0

    // For variable flow rate, call Tank_Rate subroutine to find rate

    If Tank_VarRate then
        {
        Tank_FromRate =Tank_Rate(Tank_FromID, Tank_ToID) * Tank_TimeStep // convert var units per clock unit to per time step

        if Tank_FromRate <= 0.0 then Stop "Tank_Rate must return a value greater than 0 in Tank_TranferToLevel subroutine"

        Tank_ToRate = Tank_FromRate
        }

    // Adjust flow rates based on TO level BEFORE time step.

    If Tank_ToLevel - Tank_Level[Tank_ToID] < Tank_ToRate then
        {
        Tank_ToQty = Tank_ToLevel - Tank_Level[Tank_ToID] // reduce to remaining qty

        Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_ToQty / Tank_ToRate // proportionalize

```

```
Tank_FromRate = Tank_FromRate * Tank_ToQty / Tank_ToRate // proportionalize
}
Else
{
Tank_FromQty = Tank_FromRate
Tank_ToQty = Tank_ToRate
}

// Further adjust flow rates based on available From qty and To level BEFORE time step
If Tank_Level [Tank_FromID] < Tank_FromRate then // test for less than From qty
{
Tank_FromQty = Tank_Level [Tank_FromID]
Tank_ToQty = Tank_ToRate * Tank_FromQty / Tank_FromRate
Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_FromQty / Tank_FromRate
}

if Tank_State[Tank_FromID] <> Tank_Emptying
then Tank_SetState(Tank_FromID, Tank_Emptying)

if Tank_State[Tank_ToID] <> Tank_Filling
then Tank_SetState(Tank_ToID, Tank_Filling)

Wait Tank_TimeInc

Wait Until Tank_State[Tank_FromID] <> Tank_Down // Don't transfer if FROM Tank_ID is down
```

```

// Adjust transfer qty based on levels AFTER time step

If Tank_ToLevel - Tank_Level[Tank_ToID] < Tank_ToQty then

    {

        if Tank_Level[Tank_ToID] >= Tank_ToLevel then Return // terminate if already filled to level

        Tank_FromQty = Tank_FromQty * (Tank_ToLevel - Tank_Level[Tank_ToID]) / Tank_ToQty // proportionalize

        Tank_ToQty = Tank_ToLevel - Tank_Level[Tank_ToID] // reduce to remaining qty

    }

If Tank_Level [Tank_FromID] < Tank_FromQty then

    {

        Tank_ToQty = Tank_ToQty * Tank_Level[Tank_FromID] / Tank_FromQty

        Tank_FromQty = Tank_Level [Tank_FromID]

    }

Dec Tank_Level [Tank_FromID], Tank_FromQty

Tank_UpdateStats (Tank_FromID)

Inc Tank_Level [Tank_ToID], Tank_ToQty

Tank_UpdateStats (Tank_ToID)

}

```

```

Tank_Inc      None      Tank_ID      Integer // Instantly increases the level of a Tank_ID by a specified quantity.

              Tank_FillQty  Real      // If the Tank_ID has insufficient capacity, it is filled as capacity becomes available.

```


Real Tank_FillAmt

While Tank_FillQty > 0 do

{

Tank_FillAmt = Tank_FillQty

Wait Until Tank_Level[Tank_ID] < Cap (Loc(Tank_ID)) // wait until Tank_ID is not full

If Tank_FreeCap(Tank_ID) < Tank_FillAmt then Tank_FillAmt = Tank_FreeCap(Tank_ID)

Dec Tank_FillQty, Tank_FillAmt

Inc Tank_Level[Tank_ID], Tank_FillAmt

Tank_UpdateStats(Tank_ID)

}

Tank_Dec None Tank_ID Integer // Instantly decreases the level of a Tank_ID by a specified quantity.

Tank_EmptyQty Real // If the Tank_ID has insufficient quantity, it is emptied as material becomes available.

Real Tank_EmptyAmt

While Tank_EmptyQty > 0 do

{

Tank_EmptyAmt = Tank_EmptyQty

```

Wait Until Tank_Level[Tank_ID] > 0.0 // wait until Tank_ID is not empty

If Tank_Level [Tank_ID] < Tank_EmptyAmt then Tank_EmptyAmt = Tank_Level [Tank_ID]

Dec Tank_EmptyQty, Tank_EmptyAmt

Dec Tank_Level[Tank_ID], Tank_EmptyAmt

Tank_UpdateStats(Tank_ID)

}

```

```

Tank_FallTrigger  None    Tank_ID    Integer // Waits until a Tank_ID falls to a specified level to trigger some action

```

```

    Tank_FallLevel  Real

```

```

        Wait Until Tank_Level [tank_ID] > Tank_FallLevel // wait until level first rises above trigger level

```

```

        Wait Until Tank_Level [tank_ID] <= Tank_FallLevel // wait until level drops to trigger level

```

```

Tank_RiseTrigger  None    Tank_ID    Integer // Waits until a Tank_ID rises to a specified level to trigger some action

```

```

    Tank_RiseLevel  Real

```

```

        Wait Until Tank_Level [tank_ID] < Tank_RiseLevel // wait until level first falls below trigger level

```

```

        Wait Until Tank_Level [tank_ID] >= Tank_RiseLevel // wait until level rises to trigger level

```

```

Tank_Prep         None    Tank_ID    Integer // Prepares or cleans a Tank_ID before filling.

```

```

    Tank_PrepTime  Real    // Time is counted as Setup time.

```

```
Tank_Product[Tank_ID] = 0 // Clears out current product type
```

```
Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Setup)
```

```
Wait Tank_PrepTime
```

```
Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Idle)
```

```
Tank_SetLevel   None   Tank_ID   Integer // Instantly sets the Tank_ID level to the specified amount
```

```
Tank_SetQty     Real    // If less than 0 or greater than the capacity, an error occurs.
```

```
    If (Tank_SetQty < 0.0) or (Tank_SetQty > Tank_Cap(Tank_ID)) then
```

```
        Stop "Set level " $ Tank_SetQty $ " is out of range for " $ Loc(Tank_ID)
```

```
Tank_Level[Tank_ID] = Tank_SetQty
```

```
Tank_UpdateStats(Tank_ID)
```

```
Tank_DoOperation  None   Tank_ID   Integer // Delays some time for an operation such as mixing.
```

```
Tank_OperationTime Real    // Time is counted as Operation time.
```

```
Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Operation)
```

```
Wait Tank_OperationTime
```

```
Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Blocked)
```

Tank_GoDown None Tank_ID Integer // Sets Tank_ID state to Tank_Down for a specified time and then sets it to state prior to downtime.

Tank_DownTime Real // Downtime statistics are updated.

```
int Tank_LastState = Tank_State [Tank_ID]
```

```
Inc Tank_Statistics[Tank_ID, 14] // Current number of DTs
```

```
if Tank_State [Tank_ID] <> Tank_Down
```

```
then
```

```
{
```

```
Inc Tank_Statistics[Tank_ID,3], Tank_Statistics[Tank_ID,1] * (Clock() - Tank_Statistics[Tank_ID,2]) // inc cum level
```

```
Tank_Statistics[Tank_ID,2] = Clock() // Update time since last content change
```

```
Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Down)
```

```
}
```

```
Wait Tank_Downtime
```

```
Dec Tank_Statistics [Tank_ID,14]
```

```
If (Tank_Statistics[Tank_ID, 14] = 0) and (Tank_State[Tank_ID] = Tank_Down)
```

```
then
```

```
{
```

```
Tank_Statistics[Tank_ID,2] = Clock() // Update time since last content change without changing contents
```

```
Tank_SetState (Tank_ID, Tank_LastState)
```

```
}
```

Tank_GoDownSched None Tank_ID Integer // Sets Tank_ID state to Tank_Down for a specified time and then sets it to state prior to downtime.

Tank_DownTime Real // Downtime statistics are NOT updated.

```
int Tank_LastState = Tank_State [Tank_ID]
```

```
Inc Tank_Statistics[Tank_ID, 14] // Current number of DTs
```

```
if Tank_State [Tank_ID] <> Tank_Down then
```

```
{
```

```
    Tank_State[Tank_ID] = Tank_Down
```

```
    Tank_Statistics [Tank_ID, 6] = Clock() // update last state change time
```

```
}
```

```
Wait Tank_Downtime
```

```
Dec Tank_Statistics [Tank_ID,14]
```

```
If (Tank_Statistics[Tank_ID, 14] = 0) and (Tank_State[Tank_ID] = Tank_Down) then
```

```
{
```

```
    //       Tank_SetState (Tank_ID, Tank_LastState) --> Removed this line and replaced it with the following two lines
```

```
    Tank_State[Tank_ID] = Tank_LastState
```

```
    Tank_Statistics[Tank_ID, 6] = Clock() // update last state change time
```

```
}
```

Tank_SetState None Tank_ID Integer // Updates Tank_Statistics and sets the Tank_State.

SetState Integer

```
Int Stat_Index = Tank_State[Tank_ID] + 7
```

```
Inc Tank_Statistics [Tank_ID, Stat_Index], Clock() - Tank_Statistics [Tank_ID, 6] // inc cum state time
```

```
Tank_Statistics [Tank_ID,6] = Clock() // update last state change time
```

```
Tank_State[Tank_ID] = SetState
```

```
Tank_FreeCap    Real    Tank_ID    Integer // Returns the available capacity of a Tank_ID
```

```
Return Cap(Loc(Tank_ID)) - Tank_Level [Tank_ID]
```

```
Tank_Cap        Real    Tank_ID    Integer // Returns the defined capacity of a Tank_ID
```

```
Return Cap(Loc(Tank_ID))
```

```
Tank_UpdateStats None    Tank_ID    Integer // Updates the statistics for a Tank_ID whenever the Level changes.
```

```
// It is called automatically in all of the pre-defined subroutines that fill, empty and transfer.
```

```
// Tank_Statistics array column numbers referenced:
```

```
// 1      Last level
```

```
// 2      Last change time
```

```
// 3      Cum time-weighted level
```

```
// 4      Entries
```

```
// 5      Max contents
```

```

Inc Tank_Statistics[Tank_ID,3], Tank_Statistics[Tank_ID,1] * (Clock() - Tank_Statistics[Tank_ID,2]) // inc cum level

Tank_Statistics[Tank_ID,2] = Clock() // Update time since last change

If Tank_Level[Tank_ID] > Tank_Statistics[Tank_ID,1] then // test for increase in level
{
    Inc Tank_Statistics[Tank_ID,4], Tank_Level[Tank_ID] - Tank_Statistics[Tank_ID,1] // increment unit entries

    If Tank_Level[Tank_ID] > Tank_Statistics[Tank_ID,5] Then // test for new max conts
        Tank_Statistics[Tank_ID,5] = Tank_Level[Tank_ID] // assign new max conts

    if Tank_Level[Tank_ID] = Cap(Loc(Tank_ID)) Then // test to see if now full
    {
        if Tank_State[Tank_ID] <> Tank_Down then

            Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Blocked)

        }

        Else if Tank_State [Tank_ID] <> Tank_Filling then

            Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Filling)

    }

Else if Tank_Level[Tank_ID] < Tank_Statistics[Tank_ID,1] then // must be a drop in level
{
    If Tank_Level[Tank_ID] = 0 Then // test to see if now empty

        Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Idle)

    Else if Tank_State [Tank_ID] <> Tank_Emptying Then

        Tank_State [Tank_ID] = Tank_Emptying

```

```
}
```

```
Tank_Statistics[Tank_ID,1] = Tank_Level[Tank_ID] // Update last level to current level
```

```
Tank_Rate    Real    Tank_FromID    Integer // Used to dynamically change a flow rate for an emptying FROM tank_ID and/or a filling TO tank_ID.
```

```
Tank_ToID    Integer // The user must modify this routine to return the desired rate.
```

```
// For example, if the flow rate from TankA to TankB decreases from 150 gpm to 100 gpm when TankB rises above 4000,
```

```
// the following code might be entered:
```

```
// If (Tank_FromID = TankA) and (Tank_ToID = TankB)
```

```
// then if Tank_Level[Tank_FromID] > 4000
```

```
// then return 100
```

```
// else return 150
```

```
// Replace the following code with your code.
```

```
if Tank_FromID = 0
```

```
then Stop "Passing 0 as the fill rate for " $ loc(Tank_ToID) $ " requires that you return a rate value using the subroutine called Tank_Rate."
```

```
else Stop "Passing 0 as the empty or transfer rate for " $ loc(Tank_FromID) $ " requires that you return a rate value using the subroutine called Tank_Rate."
```

```
Tank_SelectOutput Integer Tank_Start Integer // Selects an output tank_ID according to a selection rule. Works for up to 10 outputs.
```



```
Tank_Qty    Integer
Tank_Rule   Integer    int Tank_Index
Tank_Limit  Real       Int Tank_WithLongestIdleTime
Tank_Prod   Integer    Real Tank_LongestIdleTime
```

```
Tank_Loop
```

```
{
```

```
  If Tank_Limit > 0 then // test for OK to fill a partial tank_ID
```

```
    {
```

```
      Tank_Index = Tank_Start
```

```
      while Tank_Index < Tank_Start + Tank_Qty do
```

```
        {
```

```
          //Test for partially full tank_ID with level equal to or less than the maximum level and same product type.
```

```
          // To select a partially full tank_ID only when it is filling and not emptying, add test for Tank_State[Tank_Index] <> Tank_Emptying. (see added
```

change further below)

```
          if (Tank_Level [Tank_Index] > 0) and (Tank_Level [Tank_Index] <= Tank_Limit) and (Tank_Product[Tank_Index] = Tank_Prod)
```

```
          Then Return Tank_Index
```

```
          Else Inc Tank_Index
```

```
        }
```

```
    }
```



```

    }

    If Tank_WithLongestIdleTime > 0 then Return Tank_WithLongestIdleTime

}

Else Stop "Invalid output selection rule defined for "$ Loc(Tank_Start)

// Wait for a tank_ID to become available

If Tank_Limit > 0 // Eliminate this test if a partial tank_ID can only fill when already filling and not emptying.

then Wait 1 min // if waiting on a limit, check every minute since it is dependent on product type as well

else // Wait for the first tank_ID to become idle

    If Tank_Qty < 2

        then Wait Until Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle

    else If Tank_Qty < 3

        then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle)

    else If Tank_Qty < 4

        then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)

    else If Tank_Qty < 5

        then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)

            or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Idle)

    else If Tank_Qty < 6

        then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)

            or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Idle)

```

```
else If Tank_Qty < 7
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)
           or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Idle)
else If Tank_Qty < 8
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)
           or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Idle)
           or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Idle)
else If Tank_Qty < 9
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)
           or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Idle)
           or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+7] = Tank_Idle)
else If Tank_Qty < 10
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)
           or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Idle)
           or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+7] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+8] = Tank_Idle)
else If Tank_Qty < 11
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)
           or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Idle)
           or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+7] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+8] = Tank_Idle)
           or (Tank_State[Tank_Start+9] = Tank_Idle)
}
```

```
Tank_SelectInput Integer Tank_Start Integer // Selects an input tank_ID according to a rule. Works for up to 10 inputs.
```

```
Tank_Qty Integer
```

```
Tank_Rule Integer int Tank_Index
```

```
Tank_Limit Real Int Tank_WithLongestBlockedTime
```

```
Tank_Prod Integer Real Tank_LongestBlockedTime
```

```
Tank_Loop
```

```
{
```

```
If Tank_Limit > 0 then // test for OK to draw from a partial tank_ID
```

```
{
```

```
Tank_Index = Tank_Start
```

```
while Tank_Index < Tank_Start + Tank_Qty do
```

```
{
```

```
// test for partially full tank_ID with level equal to or greater than the minimum level and same product type.
```

```
// To select only a tank_ID that is not being filled, add test for Tank_State[Tank_Index] <> Tank_Filling. (See additional note further below)
```

```
if (Tank_FreeCap(Tank_Index) > 0) and (Tank_Level [Tank_Index] >= Tank_Limit) and (Tank_Product[Tank_Index] = Tank_Prod)
```

```
Then Return Tank_Index
```

```
Else Inc Tank_Index
```

```
}
```

```
}
```

```
// Test for blocked tank_ID that meets selection rule

Tank_Index = Tank_Start

If Tank_Rule = Tank_InOrder

Then while Tank_Index < Tank_Start + Tank_Qty do

    If Tank_State[Tank_Index] = Tank_Blocked

    Then Return Tank_Index

    Else Inc Tank_Index

Else if Tank_Rule = Tank_LongestBlocked then

{

    Tank_WithLongestBlockedTime = 0

    Tank_LongestBlockedTime = 99999999.0

    while Tank_Index < Tank_Start + Tank_Qty do

    {

        If Tank_State [Tank_Index] = Tank_Blocked

        Then if Tank_Statistics[Tank_Index, 6] < Tank_LongestBlockedTime then

            {

                Tank_LongestBlockedTime = Tank_Statistics[Tank_Index, 6]

                Tank_WithLongestBlockedTime = Tank_Index

            }

        Inc Tank_Index

    }
```

```

    }

    If Tank_WithLongestBlockedTime > 0 then Return Tank_WithLongestBlockedTime
}

Else Stop "Invalid input selection rule defined for "$ Loc(Tank_Start)

// Wait for a tank_ID to have material for input

If Tank_Limit > 0 // If partial tanks can only selected if currently emptying (not filling), eliminate this test.
then Wait 1 min // if waiting on a limit, check every minute since it is dependent on product type as well
else // Wait for the first tank_ID to become blocked (full)

    If Tank_Qty < 2

        then Wait Until Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked

    else If Tank_Qty < 3

        then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked)

    else If Tank_Qty < 4

        then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Blocked)

    else If Tank_Qty < 5

        then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Blocked)
            or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Blocked)

    else If Tank_Qty < 6

        then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Blocked)
            or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Blocked)

```

```
else If Tank_Qty < 7

then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Blocked)
               or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Blocked)

else If Tank_Qty < 8

then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Blocked)
               or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Blocked)
               or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Blocked)

else If Tank_Qty < 9

then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Blocked)
               or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Blocked)
               or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+7] = Tank_Blocked)

else If Tank_Qty < 10

then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Blocked)
               or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Blocked)
               or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+7] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+8] = Tank_Blocked)

else If Tank_Qty < 11

then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Blocked)
               or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Blocked)
               or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+7] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+8] = Tank_Blocked)
               or (Tank_State[Tank_Start+9] = Tank_Blocked)

}
```


LlenadoTanks1 None

L1:

Tank_SetLevel(I1, 50000)

Tank_FallTrigger(I1,500)

GOTO L1

LlenadoTanks2 None

L1:

Tank_SetLevel(I2, 20000)

Tank_FallTrigger(I2,500)

GOTO L1

LlenadoTanks3 None

L1:

Tank_SetLevel(I3, 20000)

Tank_FallTrigger(I3,500)

GOTO L1

LlenadoTanksI4 None

L1:

Tank_SetLevel(I4, 30000)

Tank_FallTrigger(I4,500)

GOTO L1

LlenadoTanksI5 None

L1:

Tank_SetLevel(I5, 30000)

Tank_FallTrigger(I5,500)

GOTO L1

LlenadoTanksI6 None

L1:

Tank_SetLevel(I6, 50000)

Tank_FallTrigger(I6,500)

GOTO L1

LlenadoTanksI7 None

L1:

Tank_SetLevel(I7, 100)

Tank_FallTrigger(I7,50)

GOTO L1

LlenadoTanksI8 None

L1:

Tank_SetLevel(I8, 4400)

Tank_FallTrigger(I8,500)

GOTO L1

LlenadoTanksI9 None

L1:

Tank_SetLevel(I9, 2400)

Tank_FallTrigger(I9,500)

GOTO L1

LlenadoTanksI10 None

L1:

Tank_SetLevel(I10, 1000)

Tank_FallTrigger(I10,250)

GOTO L1

PreparacionTanqueB1_1 None Cantidad Integer
// Cantidad de aceite faltante para finalizar el lote

Tank_Transfer(I1, Premix1, Cantidad * 0.31621 , 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0)

Tank_Transfer(I2, Premix1, Cantidad* 0.091, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I3, Premix1, Cantidad* 0.077, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I4, Premix1, Cantidad* 0.1120, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I5, Premix1, Cantidad* 0.1050, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I6, Premix1, Cantidad* 0.15753, 309 + L(614,951), 0, 0)

wait 1 min

Tank_Inc(Premix1,Cantidad* 0.00006)

Tank_Dec(I7,Cantidad* 0.00006)

//Tank_Transfer(I7, Premix1, Cantidad* 0.00006, N(0.305,0.152), 0, 0)

Tank_Transfer(I8, Premix1, Cantidad* 0.125 ,245+L(131,536), 0, 0)

Tank_Transfer(I9, Premix1, Cantidad* 0.01111,20.6+L(78.8,354) , 0, 0)

Tank_Transfer(I10, Premix1,Cantidad* 0.00509,1+L(1.63,0.644), 0, 0)

Tank_DoOperation(Premix1, 10)

```
PreparacionTanqueB1_2 None Cantidad Integer Tank_Transfer(I1, Premix1, Cantidad * 0.31891, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0)
// Cantidad de aceite faltante para finalizar el lote
```

```
Tank_Transfer(I2, Premix1, Cantidad* 0.0715, 1+L(251,112), 0, 0)
```

```
Tank_Transfer(I3, Premix1, Cantidad* 0.0605, 1+L(251,112), 0, 0)
```

```
Tank_Transfer(I4, Premix1, Cantidad* 0.088, 1+L(248,144), 0, 0)
```

```
Tank_Transfer(I5, Premix1, Cantidad* 0.0825, 1+L(248,144), 0, 0)
```

```
Tank_Transfer(I6, Premix1, Cantidad* 0.25076, 309 + L(614,951), 0, 0)
```

```
wait 1 min
```

```
Tank_Inc(Premix1,Cantidad* 0.00006)
```

```
Tank_Dec(I7,Cantidad* 0.00006)
```

```
//Tank_Transfer(I7, Premix1, Cantidad* 0.00006, N(0.305,0.152), 0, 0)
```

```
Tank_Transfer(I8, Premix1, Cantidad* 0.085 , 245+L(131,536) , 0, 0)
```

```
Tank_Transfer(I9, Premix1, Cantidad* 0.03611,20.6+L(78.8,354) , 0, 0)
```

```
Tank_Transfer(I10, Premix1,Cantidad* 0.00666,1+L(1.63,0.644), 0, 0)
```

```
Tank_DoOperation(Premix1, 10)
```

```
PreparacionTanqueB1_3 None Cantidad Integer Tank_Transfer(I1, Premix1, Cantidad * 0.294, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0)
// Cantidad de aceite faltante para finalizar el lote
```

```
Tank_Transfer(I2, Premix1, Cantidad* 0.0845, 1+L(251,112), 0, 0)
Tank_Transfer(I3, Premix1, Cantidad* 0.0715, 1+L(251,112), 0, 0)
Tank_Transfer(I4, Premix1, Cantidad* 0.0975, 1+L(248,144), 0, 0)
Tank_Transfer(I5, Premix1, Cantidad* 0.104, 1+L(248,144), 0, 0)
Tank_Transfer(I6, Premix1, Cantidad* 0.2076, 309 + L(614,951), 0, 0)
wait 1 min
Tank_Inc(Premix1,Cantidad* 0.0001)
Tank_Dec(I7,Cantidad* 0.0001)
//Tank_Transfer(I7, Premix1, Cantidad* 0.0001, N(0.305,0.152), 0, 0)
Tank_Transfer(I8, Premix1, Cantidad* 0.125, 245+L(131,536), 0, 0)
Tank_Transfer(I9, Premix1, Cantidad* 0.0110,20.6+L(78.8,354) , 0, 0)
Tank_Transfer(I10, Premix1,Cantidad* 0.0048,1+L(1.63,0.644), 0, 0)
Tank_DoOperation(Premix1, 10)
```

```
PreparacionTanqueB1_4 None Cantidad Integer Tank_Transfer(I1, Premix1, Cantidad * 0.6149, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0)
// Cantidad de aceite faltante para finalizar el lote
```

```
Tank_Transfer(I2, Premix1, Cantidad* 0, 1+L(251,112), 0, 0)
Tank_Transfer(I3, Premix1, Cantidad* 0, 1+L(251,112), 0, 0)
Tank_Transfer(I4, Premix1, Cantidad* 0, 1+L(248,144), 0, 0)
Tank_Transfer(I5, Premix1, Cantidad* 0.063, 1+L(248,144), 0, 0)
Tank_Transfer(I6, Premix1, Cantidad* 0.1895, 309 + L(614,951), 0, 0)
wait 1 min
```

```

Tank_Inc(Premix1,Cantidad* 0.0234)

Tank_Dec(I7,Cantidad* 0.0234)

//Tank_Transfer(I7, Premix1, Cantidad* 0.0234, N(0.305,0.152), 0, 0) //

BHT demora 1 min

Tank_Transfer(I8, Premix1, Cantidad* 0.105, 245+L(131,536), 0, 0)

Tank_Transfer(I9, Premix1, Cantidad* 0, 20.6+L(78.8,354) , 0, 0)

Tank_Transfer(I10, Premix1,Cantidad* 0.0042,1+L(1.63,0.644), 0, 0)

Tank_DoOperation(Premix1, 10)

PreparacionTanqueB1_5 None    Cantidad    Integer

aceite faltante para finalizar el lote

Tank_Transfer(I1, Premix1, Cantidad * 0.6149, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0) // Cantidad de

Tank_Transfer(I2, Premix1, Cantidad* 0, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I3, Premix1, Cantidad* 0, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I4, Premix1, Cantidad* 0, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I5, Premix1, Cantidad* 0.063, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I6, Premix1, Cantidad* 0.1895, 309 + L(614,951), 0, 0)

wait 1 min

Tank_Inc(Premix1,Cantidad* 0.0234)

Tank_Dec(I7,Cantidad* 0.0234)

//Tank_Transfer(I7, Premix1, Cantidad* 0.0234, , 0, 0) // Siempre

demora 1 min.

Tank_Transfer(I8, Premix1, Cantidad* 0.105, 245+L(131,536), 0, 0)

```


Tank_Transfer(I9, Premix1, Cantidad* 0,20.6+L(78.8,354) , 0, 0)

Tank_Transfer(I10, Premix1,Cantidad* 0.0042,1+L(1.63,0.644), 0, 0)

Tank_DoOperation(Premix1, 10)

PreparacionTanqueB2_1 None Cantidad Integer
// Cantidad de aceite faltante para finalizar el lote

Tank_Transfer(I1, Premix2, Cantidad * 0.31621 , 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0)

Tank_Transfer(I2, Premix2, Cantidad* 0.091, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I3, Premix2, Cantidad* 0.077, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I4, Premix2, Cantidad* 0.1120, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I5, Premix2, Cantidad* 0.1050, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I6, Premix2, Cantidad* 0.15753, 309 + L(614,951), 0, 0)

wait 1 min

Tank_Inc(Premix2,Cantidad* 0.00006)

Tank_Dec(I7,Cantidad* 0.00006)

//Tank_Transfer(I7, Premix2, Cantidad* 0.00006, N(0.305,0.152), 0, 0)

Tank_Transfer(I8, Premix2, Cantidad* 0.125 , 245+L(131,536), 0, 0)

Tank_Transfer(I9, Premix2, Cantidad* 0.01111,20.6+L(78.8,354) , 0, 0)

Tank_Transfer(I10, Premix2,Cantidad* 0.00509,1+L(1.63,0.644), 0, 0)

Tank_DoOperation(Premix2, 10)

// Operacion de mezcla

PreparacionTanqueB2_4 None Cantidad Integer
// Cantidad de aceite faltante para finalizar el lote

Tank_Transfer(I1, Premix2, Cantidad * 0.6149, 97.7+ L(29.4,25.5), 0, 0)

Tank_Transfer(I2, Premix2, Cantidad* 0, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I3, Premix2, Cantidad* 0, 1+L(251,112), 0, 0)

Tank_Transfer(I4, Premix2, Cantidad* 0, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I5, Premix2, Cantidad* 0.063, 1+L(248,144), 0, 0)

Tank_Transfer(I6, Premix2, Cantidad* 0.1895, 309 + L(614,951), 0, 0)

wait 1 min

Tank_Inc(Premix2,Cantidad* 0.0234)

Tank_Dec(I7,Cantidad* 0.0234)

//Tank_Transfer(I7, Premix2, Cantidad* 0.0234, N(0.305,0.152), 0, 0)

BHT demora 1 min

//

Tank_Transfer(I8, Premix2, Cantidad* 0.105, 245+L(131,536), 0, 0)

Tank_Transfer(I9, Premix2, Cantidad* 0, 20.6+L(78.8,354) , 0, 0)

Tank_Transfer(I10, Premix2,Cantidad* 0.0042,1+L(1.63,0.644), 0, 0)

Tank_DoOperation(Premix2, 10)

* External Files *

ID	Type	File Name	Prompt
----	------	-----------	--------

File1	General Read	(null)	
-------	--------------	--------	--

BIBLIOGRAFÍA

- [1] BANKS, J., CARSON, J., NELSON, B., NICOL, D., *Discrete Event System Simulation*, Prentice Hall, New Jersey, Estados Unidos, 2001.
- [2] PROMODEL CORPORATION, ProModel User Guide, Versión 7, 2006.