

1-1-2002

Diseño e implementación de un programa de planeación y control de la producción aplicado a una línea de croqueta de yuca

Adriana Lizeth Forero López
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos

Citación recomendada

Forero López, A. L. (2002). Diseño e implementación de un programa de planeación y control de la producción aplicado a una línea de croqueta de yuca. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/490

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería de Alimentos by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE PLANEACIÓN Y
CONTROL DE LA PRODUCCIÓN APLICADO A UNA LÍNEA DE CROQUETA
DE YUCA**

ADRIANA LIZETH FORERO LÓPEZ

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
BOGOTÁ, D.C.**

2002

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE PLANEACIÓN Y
CONTROL DE LA PRODUCCIÓN APLICADO A UNA LÍNEA DE CROQUETA
DE YUCA**

ADRIANA LIZETH FORERO LÓPEZ

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero de Alimentos**

Director

RAFAEL GUZMÁN

Químico

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
BOGOTÁ, D.C.**

2002

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá, febrero 2002

“Dedicarle tiempo e interés a esas metas, ser fiel a unos principios y a un proceso ordenado. Igual que el atleta en sus entrenamientos o el artista en sus ensayos”. (Gonzalo Gallo. Oasis. Para vivir mas y mejor. Pág. 30. 12 ed. 1998. Colombia.

A Dios, a mis padres y hermanos por brindarme todo su amor, apoyo, paciencia y colaboración.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

RAFAEL GUZMAN, Químico y director de la investigación, por sus valiosas orientaciones.

CARLOS BELLO, Ingeniero Industrial y Director de Pasantías de la Universidad de la Salle, por sus óptimas explicaciones y motivación de este trabajo de investigación.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	19
<u>1</u> <u>OBJETIVOS</u>	23
<u>1.1</u> <u>OBJETIVO GENERAL</u>	23
<u>1.2</u> <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	23
<u>2</u> <u>RESEÑA DE LA EMPRESA</u>	25
<u>2.1</u> <u>HISTORIA</u>	25
<u>2.2</u> <u>CONSTITUCIÓN</u>	25
<u>2.3</u> <u>MISIÓN</u>	26
<u>2.4</u> <u>VISIÓN</u>	26
<u>2.5</u> <u>CLIENTES</u>	26
<u>3</u> <u>CAPACIDAD INSTALADA</u>	27
<u>3.1</u> <u>INFRAESTRUCTURA</u>	27
<u>3.2</u> <u>ESTRUCTURA</u>	28
<u>4</u> <u>PROCESO DE ELABORACIÓN DE CROQUETA DE YUCA</u>	29
<u>4.1</u> <u>PRIMERA ETAPA</u>	29
<u>4.2</u> <u>SEGUNDA ETAPA</u>	31
<u>4.3</u> <u>TERCERA ETAPA</u>	31
<u>4.4</u> <u>CUARTA ETAPA</u>	32

<u>4.5</u>	<u>QUINTA ETAPA</u>	32
<u>5</u>	<u>TIEMPOS Y MOVIMIENTOS</u>	34
<u>6</u>	<u>METODOLOGÍA</u>	42
<u>6.1</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE TRABAJO</u>	42
<u>6.2</u>	<u>ELABORACIÓN DE INFORMES DE PRODUCCIÓN</u>	42
<u>6.3</u>	<u>TOMA DE TIEMPOS</u>	43
<u>6.4</u>	<u>RECOPIACIÓN DE DATOS</u>	43
<u>6.5</u>	<u>ANÁLISIS DE INFORMACIÓN</u>	44
<u>6.6</u>	<u>DISEÑO DEL SOFTWARE</u>	44
<u>7</u>	<u>CONCEPTO DE LA PRODUCCIÓN</u>	45
<u>7.1</u>	<u>PRODUCTIVIDAD</u>	45
<u>7.1.1</u>	<u>Variables de productividad</u>	46
<u>7.2</u>	<u>ORGANIZACIÓN PARA LA CREACIÓN DE BIENES Y SERVICIOS</u> ..	47
<u>8</u>	<u>MANEJO DE INFORMACIÓN</u>	49
<u>8.1</u>	<u>FORMATOS</u>	49
<u>8.1.1</u>	<u>Formatos de Producción</u>	50
<u>8.1.1.1</u>	<u>Reporte de producto a cava</u>	50
<u>8.1.1.2</u>	<u>Control de paros</u>	50
<u>8.1.1.3</u>	<u>Informe de producción diario línea yuca</u>	52
<u>8.1.1.4</u>	<u>Informe de producción diario línea masas</u>	53
<u>8.1.1.5</u>	<u>Informe Costos</u>	54
<u>8.1.1.6</u>	<u>Gráficas</u>	54
<u>9</u>	<u>MANEJO DE INVENTARIOS</u>	56

<u>9.1</u>	<u>PROGRAMA IBES</u>	56
<u>10</u>	<u>ESTUDIO DE LA DEMANDA</u>	60
<u>10.1</u>	<u>DEMANDA</u>	60
<u>10.2</u>	<u>TIPOS DE DEMANDA</u>	60
<u>10.2.1</u>	<u>Demanda estable</u>	61
<u>10.2.2</u>	<u>Demanda ascendente</u>	62
<u>10.2.3</u>	<u>Demanda cíclica estable</u>	63
<u>10.2.4</u>	<u>Demanda cíclica ascendente</u>	63
<u>10.2.5</u>	<u>Demanda atípica estacional</u>	64
<u>10.3</u>	<u>PRONÓSTICO DE VENTAS</u>	65
<u>10.3.1</u>	<u>Métodos</u>	66
<u>10.3.1.1</u>	<u>Opinión Colectiva</u>	66
<u>10.3.1.2</u>	<u>Índices Económicos</u>	67
<u>10.3.1.3</u>	<u>Promedio de ventas</u>	68
<u>10.3.1.4</u>	<u>Análisis de series de tiempo</u>	68
<u>10.3.1.4.1</u>	<u>Factor de correlación</u>	69
<u>10.3.1.5</u>	<u>Lotus 1-2-3</u>	71
<u>10.4</u>	<u>ANÁLISIS DE INFORMACIÓN</u>	72
<u>10.5</u>	<u>PLAN DE PRODUCCIÓN</u>	74
<u>10.5.1</u>	<u>Ajuste de inventario</u>	75
<u>10.5.2</u>	<u>Horas extras</u>	75
<u>10.5.3</u>	<u>Contratación</u>	75

<u>11</u>	<u>ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE PRONÓSTICO Y PLAN DE PRODUCCIÓN EN LOTUS 1-2-3 EN EXCEL 95/97</u>	76
<u>11.1</u>	<u>PRONOSTICO</u>	76
<u>11.2</u>	<u>PLAN DE PRODUCCIÓN</u>	82
<u>12</u>	<u>MANUAL DE OPERACIÓN</u>	97
<u>13</u>	<u>ELABORACIÓN DEL PROGRAMA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN</u>	118
<u>13.1</u>	<u>DATOS</u>	118
<u>13.2</u>	<u>RESUMEN</u>	118
<u>14</u>	<u>MANUAL DE OPERACIÓN DEL PROGRAMA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN</u>	120
<u>15</u>	<u>MANUAL DE FUNCIONES DE LA LÍNEA DE CROQUETA DE YUCA</u>	134
<u>16</u>	<u>MANUAL DE ASEO POR EQUIPOS DE LA LÍNEA DE CROQUETA DE YUCA</u>	160
<u>17</u>	<u>CONCLUSIONES</u>	200
<u>18</u>	<u>RECOMENDACIONES</u>	202
	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	204
	<u>ANEXOS</u>	206

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Actividades y tiempos de la línea croqueta de yuca	39
Cuadro 2. Tiempo / Unidad por golpe en el proceso de Croqueta de Yuca	40
Cuadro 3. Regla general del factor de correlación	71
Cuadro 4. Datos históricos de la demanda de croqueta de yuca	72
Cuadro 5. Programa búsqueda.....	127
Cuadro 6. Producción línea yuca agosto-1.....	128
Cuadro 7. Producción línea yuca agosto-2.....	129
Cuadro 8. Producción línea yuca septiembre-1.....	130
Cuadro 9. Producción línea yuca septiembre-2.....	131
Cuadro 10. Producción línea yuca octubre-1.....	132
Cuadro 11. Producción línea yuca octubre-2.....	133
Cuadro 12. Cuadro de aguas	162
Cuadro 13. Rutina diaria de aseo de equipos durante del proceso	162

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Primera etapa de la elaboración de croqueta de yuca	29
Figura 2. Segunda etapa de la elaboración de croqueta de yuca	31
Figura 3. Tercera etapa de la elaboración de croqueta de yuca	31
Figura 4. Cuarta etapa de la elaboración de croqueta de yuca	32
Figura 5. Quinta etapa de al elaboración de croqueta de yuca	33
Figura 6. Proceso línea de croqueta de yuca	41
Figura 7. Obtención de mayor productividad	46
Figura 8. Organigrama para la organización	48
Figura 9. Página de ayuda para Lotus 1-2-3	78
Figura 10. Tolva de alimentación y elevador	164
Figura 11. Vista lateral externa del blanqueador 1	166
Figura 12. Vista lateral interna del blanqueador 1	166
Figura 13. Vista lateral del blanqueador de tornillo	170
Figura 14. Vista en planta del blanqueador tornillo	170
Figura 15. Detector de metales	171
Figura 16. Molino de yuca y papa	174
Figura 17. Partes molino yuca y papa	175

Figura 18. Blanqueador tornillo para papa	177
Figura 19. Banda transportadora	177
Figura 20. Amasadora	181
Figura 21. Báscula	183
Figura 22. Troqueladora	185
Figura 23. Controles eléctricos de la troqueladora	187
Figura 24. Rotor	189
Figura 25. Inserto del rotor	190
Figura 26. Vista lateral externa de la freidora	191
Figura 27. Vista lateral interna de la freidora	191
Figura 28. Vibrador	192
Figura 29. Filtro	195
Figura 30. Túnel de Congelación en espiral	198

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Comportamiento de la demanda estable	61
Gráfica 2. Comportamiento de la demanda ascendente	62
Gráfica 3. Comportamiento de la demanda cíclica estable	63
Gráfica 4. Comportamiento de la demanda cíclica ascendente	64
Gráfica 5. Comportamiento de la demanda atípica estacional	64
Gráfica 6. Ventas históricas de la croqueta de yuca	73
Gráfica 7. Datos históricos de la croqueta de yuca.....	94
Gráfica 8. Pronóstico de la croqueta de yuca.....	95

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Reporte de producto a cava.....	206
Anexo B. Control de paros.....	207
Anexo C. Informe de producción diaria línea yuca.....	208
Anexo D. Informe de producción diario línea masas.....	209
Anexo E. Informe costos.....	210
Anexo F. Producción diaria y acumulada mes.....	211
Anexo G. Velocidad horas programadas.....	212
Anexo H. kg yuca consumida vs kg yuca real.....	213
Anexo J. Paros diarios línea yuca.....	214
Anexo K. Consumo diario de aceite %.....	215
Anexo L. Eficiencia línea yuca.....	216
Anexo M. Densidad vs temperatura.....	217

GLOSARIO

BIEN: es un producto que satisface una necesidad. Éste es elaborado por medio del recurso humano, maquinaria, insumos y materiales.

DEMANDA: la demanda es la cantidad de bienes y servicios que un número de personas desean adquirir en determinado periodo de tiempo.

EFICACIA: hacer las cosas correctas. Resultado obtenido al elegir las metas acertadas. Un ejemplo de eficacia y eficiencia; elaborar croquetas de yuca con eficacia, pues se emplea materiales de primera calidad y se busca eficiencia, pues en la organización, se reducen costos para tener precios mas competitivos.

EFICIENCIA: hacer correctamente las cosas. Es realizar correctamente el proceso de elaboración, manteniendo óptimamente los recursos para llegar a una productividad en un tiempo determinado.

FACTOR DE CORRELACIÓN: grado de aproximación que existe entre los datos históricos y el modelo matemático que los representa, varía entre 1 y -1; teniendo

una alta correlación cuando esta cerca de los valores extremos (1 y -1) y baja cuando es cercana a cero.

FORMATOS: registro de información que luego es digitada a una base de datos para posteriores análisis.

INVENTARIO: artículos en un almacén esperando ser usados.

PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN: obtener de manera ordenada una empresa para que no existan déficit en los inventarios tratando de bajar los costos de producción pero manteniendo siempre la misma calidad del producto. Además de esto, hacer entregas de los productos en el momento justo y adecuado.

PRODUCCIÓN: es el proceso de transformación en el cual se busca la optimización de los recursos necesarios para la obtención de bienes o servicios.

PRODUCTIVIDAD: es la mejora del proceso productivo. Es una comparación entre la cantidad de insumos y la cantidad de bienes o servicios productivos (salidas).

PRONÓSTICO: estimación que se realiza a futuro por medio de las ventas históricas.

SERVICIO: es un producto resultante de la actividad desarrollada por una persona con el objeto de suplir sus necesidades que no lo toma por medio de un bien material.

TENDENCIA: es la comparación de las medias de dos periodos consecutivos. Es la dirección por la cual los datos se inclinan. La tendencia es ascendente o descendente.

TRAZABILIDAD: capacidad para seguir la historia, la aplicación o la localización de todo aquello que está bajo consideración. Al considerar un producto la trazabilidad puede estar relacionada con: el origen de los materiales y las partes, la historia del procesamiento y la distribución y localización del producto después de su entrega.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de diseñar un programa que maneje proyecciones a corto, mediano o largo plazo es importante para lograr objetivos organizacionales y de producción. El plan de producción debe proporcionar las cantidades de producto necesarias en el momento adecuado y con el mínimo costo esperado teniendo en cuenta, la capacidad de producción, el inventario de materia prima, producto a granel y producto terminado empacado.

En el momento de elaborar un producto toda compañía debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Planeación de la producción
- Control de la producción
- Control de calidad
- Análisis de métodos
- Control de inventarios

La Planeación de la producción implica prever la demanda para hacer efectiva la entrega y la cantidad de pedidos en las fechas previstas.

El control de producción es la programación del trabajo requerido suministrando instrucciones para llevar a cabo la producción.

El control de calidad cumple con las especificaciones del producto.

El análisis de métodos se realiza para poder estimar un costo más bajo de la producción sin afectar cantidades requeridas, fechas de elaboración, entrega del producto y calidad de este.

El desarrollo de este trabajo solo abarcó el factor de la planeación de la producción para prever las demandas futuras de acuerdo a los datos históricos y hacer entregas de productos en la hora y en el momento preciso y adecuado.

La incertidumbre sobre los insumos sin saber la demanda de los productos, las inversiones que se hacen sin conocer la utilidad, conlleva a realizar pronósticos para poder tomar decisiones que no tienen certeza en un futuro.

Además, la ausencia parcial de técnicas administrativas y productivas, análisis de información y evaluación de estos mismos puede llegar a aumentar costos de producción ya que no se hace un rastreo constante de dicha información para evaluar costos, ganancias y pérdidas en un determinado producto.

Una empresa puede disminuir los costos mediante la reducción de los niveles de inventario ya que puede cumplir con la demanda y mantener a los clientes satisfechos.

La planeación está relacionada con la determinación de la cantidad y el tiempo de la producción ya que en un futuro se considera importante determinar la manera de consumir con la demanda pronosticada al ajustar la tasa de producción, los niveles de mano de obra, los niveles de inventario, el trabajo extra, etc., para poder minimizar los costos de producción.

Ofrecer un producto de buena calidad conduce a una mayor participación en el mercado, ahorrar en el costo, muestra una reputación de la compañía, se responsabiliza mas en el producto a nivel nacional e internacional.

Un proceso continuo trabaja a determinada velocidad expresado en kg / h, éste incide en realizar diferentes productos para llegar a un consumidor final.

De acuerdo a este flujo se establece la producción requerida por día y se puede cumplir con la demanda nacional e internacional.

Controlar el nivel de inventario en una formulación establecida donde la cantidad de insumos son malgastados, generan pérdidas por miles de pesos, es por ello necesario llevar un control de estas materias primas.

Es importante realizar una planeación para alcanzar un nivel óptimo de producción evaluando la cantidad y el tiempo de producción en un futuro con el fin de realizar un análisis de información que sea coherente al momento de tomar decisiones.

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un programa que permita manejar simultáneamente proyección y planeación de la producción en la línea yuca de CONGELAGRO S.A. para el mejoramiento de los niveles de productividad.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el cálculo de los factores productivos tomando los tiempos que cada operación utiliza para llevar a cabo la elaboración de la croqueta de yuca.
- Identificar la cantidad de producto terminado que fue adquirido en años anteriores para posteriormente realizar proyecciones a los siguientes años.
- Desarrollar una planeación estratégica y de producción en la empresa escogiendo la técnica mas adecuada que permita reducir los costos de producción.
- Controlar la producción para determinar el déficit en inventarios reales y requeridos por medio de análisis estadísticos.

- Diseñar e implementar un programa de búsqueda de información por medio del sistema Excel.
- Realizar manuales de operación para el adecuado manejo de los programas hechos en Excel.
- Elaborar un manual de funciones de cada uno de los operarios de la Línea de Croqueta de Yuca con el fin de estipular un compromiso de mejoramiento continuo de la calidad del producto.
- Desarrollar un manual de funciones para el correcto aseo de los equipos de la Línea de Croqueta de Yuca.

2 RESEÑA DE LA EMPRESA

2.1 HISTORIA

CONGELAGRO S.A. es la planta industrial de productos prelistos y congelados más moderna de Latinoamérica y una de las más avanzadas en el mundo. Desde su fundación en 1993, en Bogotá (Colombia), ha surgido como pionera del gran proyecto de abastecer los mercados nacionales e internacionales en busca de satisfacer las necesidades de los consumidores* .

2.2 CONSTITUCIÓN

CONGELAGRO S.A. es una planta manufacturera de productos precocidos y congelados, con sede en Bogotá, Colombia. Empresa con una infraestructura comercial de asesores y distribuidores que llevan los productos directamente al punto de venta, autoservicios, supermercados y expendios de alimentos* .

*Información suministrada por el departamento comercial de CONGELAGRO S.A.

2.3 MISIÓN

Ser la organización líder en el desarrollo, producción y comercialización de alimentos prelistos congelados para satisfacer los gustos y necesidades de los consumidores del mercado nacional e internacional de la más alta calidad ofreciendo siempre el mejor servicio y precio a sus clientes. *

2.4 VISIÓN

Ser la organización líder en el desarrollo, producción y comercialización de alimentos prelistos congelados para satisfacer los gustos y necesidades de los consumidores del mercado nacional e internacional, a través de acciones de calidad, eficiencia, servicio y rentabilidad, con responsabilidad frente a los accionistas, al personal, a los colaboradores y al medio ambiente* .

2.5 CLIENTES

CONGELAGRO S.A. es una empresa que abarca un mercado nacional e internacional. Cuenta con todo el mercado nacional y una gran parte del internacional. Se exporta a países como Japón, Estados Unidos, Israel, Venezuela, Puerto Rico, Panamá y España.

3 CAPACIDAD INSTALADA

CONGELAGRO S.A. cuenta en la actualidad con la siguiente capacidad instalada:

3.1 INFRAESTRUCTURA

- Blanqueador 1 (cocción con agua) con capacidad de 500 kg / h.
- Blanqueador 2 (cocción con vapor) con una capacidad de 300 kg / h.
- Detector de metales: La yuca sale del blanqueador 2, cae sobre una banda y encima de esta se encuentra el detector de metales.
- Molino, con una capacidad de 250 Kg / h.
- Amasadora, con una capacidad de 300 Kg.
- Troqueladora con una capacidad de 200 Kg en la tolva de alimentación, trabaja a 20 golpes por minuto.
- Freidora, por medio de una banda transporta las croquetas de yuca hacia el túnel de congelación.
- Túnel de congelación IQF, con capacidad de 2 toneladas.
- Cava de almacenamiento de producto terminado con capacidad de 10.000 Kg.

Instalaciones apropiadas con dos pisos:

Planta de producción y almacén con 25000 metros cuadrados

Oficinas con 1300 metros cuadrados.

3.2 ESTRUCTURA

Las áreas administrativa y comercial, tiene políticas claras y definidas sobre crecimiento sostenible, visión comercial y clima organizacional, por esto y dada la tendencia del mercado, CONGELAGRO S.A. desea realizar alianzas estratégicas con mas países para dar a conocer sus productos en el mercado internacional.

En cuanto al área de producción cuenta con la experiencia en la fabricación de productos fritos congelados y alimenticios. El personal de la planta está directamente comprometido con el mejoramiento continuo del producto y es suficiente para cumplir con la planeación de la producción manteniendo los mejores estándares de calidad, realizando los respectivos controles y análisis fisicoquímicos y nutricionales. Cada hora, la calidad del producto es evaluada observando el comportamiento del puré de yuca, producto formado y producto terminado.

4 PROCESO DE ELABORACIÓN DE CROQUETA DE YUCA

La Línea Yuca es donde se elabora la Croqueta de Yuca de large, llamada también Croqueta Jumbo o Croqueta 10 cm.

4.1 PRIMERA ETAPA

En esta línea la materia prima básica es la Yuca y como principales insumos se tienen la mezcla, el aceite vegetal y el material de empaque, todos deben satisfacer los requisitos de calidad establecidos por el Departamento de Aseguramiento de Calidad.

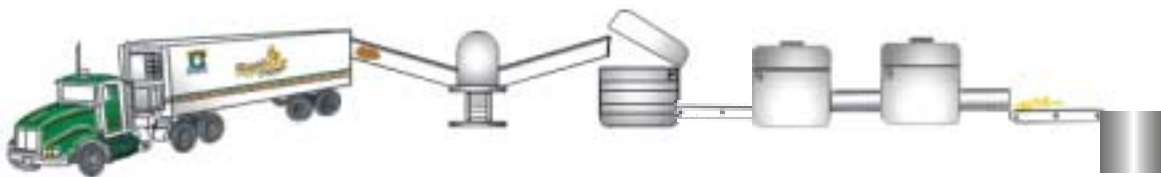


Figura 1 Primera etapa de la elaboración de croqueta de yuca

Para lograr un excelente producto, la empresa cuenta con un grupo propio de Empresas llamado ECOCAMPO S.A. que se dedica exclusivamente al seguimiento

de yuca desde su selección por variedades y diámetro (entre 4 y 8 cm) hasta el pelado.

La Yuca que ha sido recibida y seleccionada en ECOCAMPO S.A. llega a CONGELAGRO S.A. en unos camiones que cuentan con unos contenedores especiales con capacidad de 30 a 32 ton de yuca a granel congelada. Ésta es transportada a la cava de almacenamiento a una temperatura de - 12°C.

Al momento de elaborar la Croqueta de yuca, se descarga la yuca congelada a la tolva de alimentación del Blanqueador 1. El Blanqueador 1 es un equipo de cocción con agua a 93°C. El tiempo de retención en el Blanqueador 1 depende de la materia seca que contiene la yuca. Si la materia seca está en 42%, el tiempo de retención sería de 5.5 minutos. Si la materia seca se encuentra a menos de 42%, es porque la yuca viene más húmeda, luego necesita menor tiempo de retención en el Blanqueador. Por medio de un tambor rotatorio que contiene el Blanqueador 1 cae a la tolva del Blanqueador 2.

El Blanqueador 2 es un equipo de cocción por medio de vapor saturado durante 6 minutos, en su interior contiene un tornillo sin que empuja la yuca hasta el molino.

4.2 SEGUNDA ETAPA

Se procede a elaborar el puré de Croqueta de yuca, donde se adiciona yuca a un 75%, papa a un 24 y mezcla¹ en 1% a una amasadora durante 1 minuto.



Figura 2 Segunda etapa de la elaboración de croqueta de yuca

4.3 TERCERA ETAPA

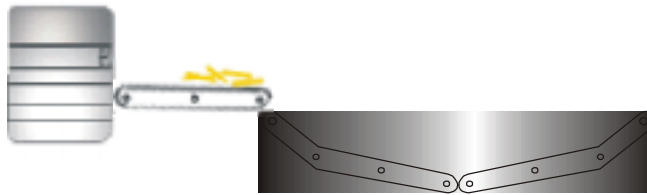


Figura 3. Tercera etapa de la elaboración de croqueta de yuca

El puré es llevado de forma manual a la Troqueladora donde se le da la forma a la Croqueta de Yuca. El producto llega a la freidora por medio de una banda transportadora, se sumerge el producto en aceite 100% vegetal dándole el prefreído deseado.

¹ Insumo que se elabora en la empresa el cual contiene la formulación base para realizar Croqueta de yuca

4.4 CUARTA ETAPA



Figura 4. Cuarta etapa de la elaboración de croqueta de yuca

Después del freído se retira el aceite por medio de un vibrador y la yuca se conduce hacia el túnel de enfriamiento de congelación rápida individual (IQF).

El producto entra a túneles de congelación rápida e individual, dándole una apariencia final libre de escarcha.

Cuando la Croqueta de Yuca congelada sale, se realiza una inspección que garantiza la óptima calidad de los productos.

4.5 QUINTA ETAPA

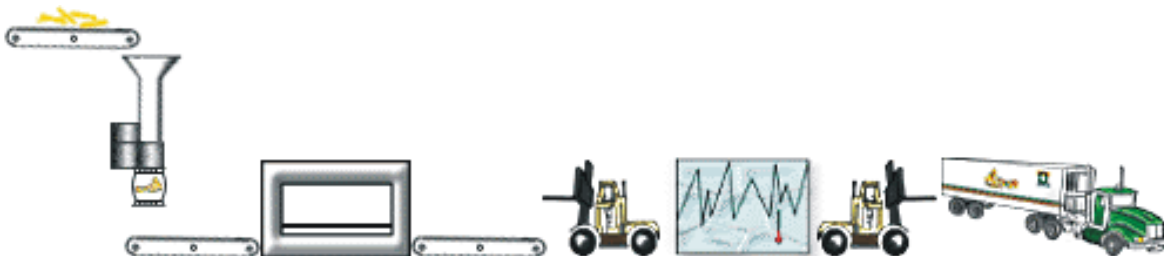


Figura 5. Quinta etapa de al elaboración de croqueta de yuca

El producto se pasa al tren de empaque donde el pesaje, la formación de la bolsa y el control de metales se realiza de forma automática.

El producto que cumple con todos los requerimientos de calidad pasa directamente a la cava de almacenamiento.

De la cava de almacenamiento sale hacia el área de Despachos y de aquí pasa hacia los carros transportadores.

5 TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Para hallar los tiempos en cada una de las operaciones se toma como base de tiempo los kg de yuca utilizados en un Batch. Los kg de yuca se pesan antes de entrar a la tolva de alimentación del Blanqueador 1. El peso es de 1407.4 kg. El número de batidas en la amasadora son 19 donde se adicionan 38 paquetes de mezcla.

Yuca = 1407.4 kg

Número de Batidas = 19

Mezclas = 38 paquetes, cada paquete pesa 1630 g

Al pasar la yuca por las operaciones de cocción, molienda y amasado, la yuca gana peso ya que en la cocción absorbe agua y en el amasado se adiciona papa y mezcla. Se pesa el puré dando como resultado 1469.1 kg. El puré es colocado en canastas de recolección en el cuarto de amasado.

Para determinar el puré utilizado es necesario conocer el puré total (1469.1) y los residuos que quedan en las canastas de recolección. Estos residuos pesaron 44.1 kg.

Puré total = 1469.1 kg

Mermas = 44.1 kg

Puré utilizado = 1469.1 – 44.1 kg

Puré utilizado = 1425 kg

Para hallar el peso equivalente de la yuca en kg al puré no utilizado:

$$44.1 \text{ kg puré no utilizado} * \left(\frac{1407.4 \text{ kg yuca}}{1469.1 \text{ kg puré}} \right) = 42.24 \text{ kg de yuca (merma yuca)}$$

42.24 kg de yuca corresponden a los kg de merma con relación a los kilos de yuca que entraron a la tolva de alimentación del Blanqueador 1, es decir que los kilos de yuca real utilizados son:

$$\text{Yuca real} = 1407.4 - 42.24 = 1365.16 \text{ kg}$$

El producto terminado es 2204.5 kg. Estos kg son pesados cuando salen del túnel de congelación. Para hallar la cantidad en unidades de croquetas que equivalen 2204.5 kg se divide entre el promedio del peso de una croqueta. El peso de una croqueta a la salida del túnel es de 35 g aproximadamente.

$$\text{Unidades} = 2204.5 / 0.035 = 62985.71 \text{ Croquetas aproximadamente}$$

La croqueta a está conformada por:

$$1425 \text{ kg puré} + 475 \text{ kg papa} + \frac{(38 \text{ paquetes mezclas} * 1630 \text{ g} / \text{paquete})}{1000}$$

$$1425 \text{ kg puré} + 475 \text{ kg papa} + 61.94 \text{ kg mezcla} = 1961.9 \text{ kg puré para Croqueta.}$$

El peso de una croqueta en la freidora es de 33.08 g:

Tiempo en Troqueladora:

$$\frac{1961.94}{0.03308} = 59308.94 \text{ Croquetas}$$

320 Croquetas----- 1 min

59308.94 Croquetas --- X

$$X = 185.34 \text{ min}$$

Tiempo en Freidora:

$$0.25 \text{ min} \text{ -----} 320 \text{ Croquetas}$$

$$X \text{ -----} 59308.94 \text{ Croquetas}$$

$$X = 46.33 \text{ min}$$

Tiempo en vibrador (banda hacia túnel)

$$320 \text{ Croquetas} \text{ -----} 0.5 \text{ min}$$

$$59308.94 \text{ Croquetas} \text{ --} X$$

$$X = 92.67 \text{ min}$$

Tiempo en Túnel 1 y 2

30 minutos

El tiempo se asume desde la entrada del puré a la troqueladora hasta el producto final congelado.

$$\text{Tiempo de elaboración de la Croqueta} = 185.34 + 46.33 + 92.67 + 30 = 354.34 \text{ min.}$$

El producto en el Túnel de Congelación gana peso debido a que absorbe humedad, es por ello que entran a la troqueladora 1961.94 kg y salen 2204.5 kg. Para hallar los tiempos en cada una de las operaciones, por ejemplo, en la troqueladora, en la freidora y en el vibrador se debe dividir en los gramos de la croqueta, es decir 33.08 g y a la salida del túnel en 35 g. Cada croqueta absorbe 1.92 g de agua dentro del túnel. Por tal razón al dividir los kilos de puré de mezcla (1961.94 kg) y producto terminado (2204.5 kg) entre el peso de las croquetas, se observa:

$$1961.94 / 0.03308 = 59308.94 \text{ Croquetas}$$

$$2204.5 / 0.035 = 62985.71 \text{ Croquetas}$$

Al analizar las anteriores relaciones parece como si salieran más croquetas pero es por la cantidad de agua que absorben. El porcentaje de absorción de agua es del 11 %.

$$2204.5 \text{ -----}100 \%$$

$$(2204.5 - 1961.94) \text{ -----}X$$

$$X = 11\%$$

El calculo de los tiempos de cada actividad se tomaron cronometrando cada una de estas y estimando los Golpes por minuto en que trabaja la Troqueladora

equivalentes a 600 kg / h. El siguiente cuadro muestra las actividades que realiza cada operario, puesto que es el encargado de cada área de proceso.

Cuadro 1. Actividades y tiempos de la línea croqueta de yuca

OPERACIÓN	TIEMPO (min)
Adicionar yuca	7.18
Cocción con agua	6.43
Cocción con vapor	6.48
Banda transportadora	24.48
Molienda	33.78
Amasado	10.68
Troquelado	185.34
Freidora	46.33
Banda transportadora	92.67
Túnel de Congelación 1	15
Túnel de Congelación 2	15
SUMATORIA	443.37 min \approx 7.38 h

Fuente. Registro de tiempos de operación en la Línea Yuca de CONGELAGRO S.A.

La troqueladora es el equipo donde se forma la croqueta de 10 cm, funciona a 20 golpes por minuto y elabora 16 croquetas, es decir que elabora 320 croquetas por minuto.

Para hallar el tiempo por unidad que trabaja la troqueladora se debe realizar lo siguiente:

20 Golpes por minuto (GPM) que trabaja la troqueladora

16 Croquetas por cada golpe

20 * 16 = 320 Croquetas en 1 minuto.

Cuadro 2. Tiempo / Unidad por golpe en el proceso de Croqueta de Yuca

EQUIPO	TIEMPO (MIN)
Banda Troqueladora	0.1666
Freidora	0.25
Vibrador	0.5
Túnel	30
TOTAL	30.91

Fuente. Toma de tiempos en CONGELAGRO S.A.

El tiempo / unidad = $30.91 / 320 = 0.09661$

En la Figura 6 se encuentra gráficamente el proceso de la Croqueta de Yuca donde se explica cada una de las operaciones que conlleva a la elaboración de este producto.

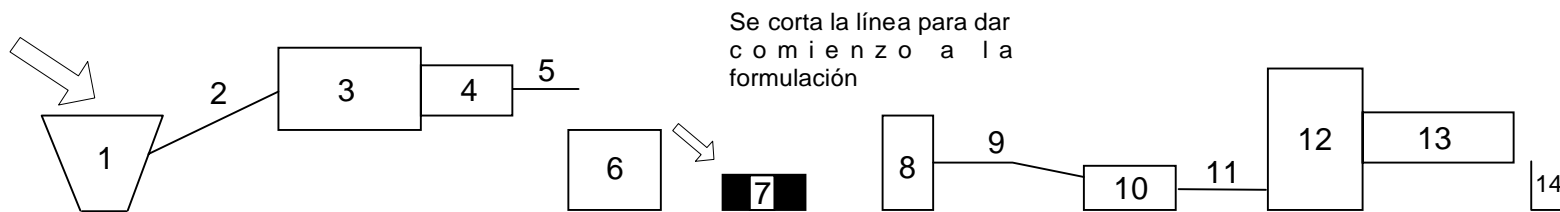


Figura 6. Proceso línea de croqueta de yuca

1. Tolva de alimentación
2. Banda transportadora
3. Cocción con agua
4. Cocción con vapor
5. Detector metales
6. Molino
7. Recolección por canastas
8. Troqueladora
9. Banda transportadora
10. Freidora
11. Vibrador
12. Túnel congelación
13. Túnel congelación
14. Recolección por huacales

6 METODOLOGÍA

El desarrollo de este proyecto se realizará en las siguientes siete etapas: Descripción del sitio de trabajo, elaboración de informes de producción, toma de tiempos, recopilación de datos, análisis de información, diseño del software, conclusiones y recomendaciones.

6.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE TRABAJO

Esta etapa se divide en dos. La primera donde se conocerá todo el proceso que implica la elaboración de la Croqueta de Yuca. La segunda etapa donde se dominará el manejo de inventarios de materias primas y producto terminado a granel y empacado con disposición de documentos que verifican la información dada por los operarios de línea.

6.2 ELABORACIÓN DE INFORMES DE PRODUCCIÓN

Se realizarán informes diarios para llevar un control de la producción teniendo en cuenta los porcentajes de materia prima utilizada, horas programadas de trabajo, velocidad de horas programadas, paros de producción, paros mecánicos, horas

trabajadas, velocidad de horas trabajadas, eficiencia y rendimiento de la línea de Croqueta de yuca. En la empresa se realizan dos cierres al mes, donde se comprobará todo el inventario utilizado y producido para un análisis de costos de producción. Diariamente, se realizan informes que son entregados al departamento de contabilidad donde resuelven el costo de la línea; inicialmente este informe está determinado por medio de un formato que se llena de forma manual. A mediados del mes de Junio del 2002 se llenará este informe por medio de un programa que será ejecutado por red interna.

6.3 TOMA DE TIEMPOS

Físicamente se tomarán diferentes tiempos de operación que emplea la maquinaria; estos tiempos serán comprobados con los tiempos teóricos de esta. Una parte de la línea es manejada por recurso humano, donde se tomarán diversos tiempos.

6.4 RECOPIACIÓN DE DATOS

Se tomarán diferentes datos e información pertinente a la proyección de la demanda histórica y el proceso de Croqueta de Yuca.

6.5 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

En esta etapa se realizarán los diferentes análisis estadísticos, técnicas de planeación y control de la producción, cálculo de factores productivos, proyecciones, pronóstico, demanda del producto e implementar el plan que más se ajuste para reducción de costos.

6.6 DISEÑO DEL SOFTWARE

Se divide en dos etapas: La primera, elaboración de un programa para análisis de información en el presente y a futuro. La segunda etapa consiste en realizar un manual para el manejo de dicho programa. La empresa finalmente estableció la elaboración de un Programa de Búsqueda de Información histórica con su respectivo manual de operación.

7 CONCEPTO DE LA PRODUCCIÓN

La producción es la forma de crear un bien o un servicio convirtiendo insumos en salidas. Las empresas de manufactura crean bienes, tal es el caso de CONGELAGRO S.A., que presenta al consumidor un consumo prefrito listo para consumir como Croqueta de Yuca.

La croqueta de yuca pertenece a un bien ya que se está presentando de forma directa a un consumidor final.

Un servicio lo prestan otras entidades como un banco, un restaurante, estudiar en la Universidad, comprar tiquetes en el Transmilenio para transportarse de un lugar a otro, compra de pasajes en una aerolínea, etc.

7.1 PRODUCTIVIDAD

La producción implica obtener productividad. La productividad es la mejora del proceso productivo. Es una comparación entre la cantidad de insumos y la cantidad de bienes o servicios productivos (salidas). Un factor de productividad es

una reducción en los insumos mientras las salidas permanecen constantes o un incremento en las salidas mientras los insumos permanecen constantes.



Figura 7. Obtención de mayor productividad

7.1.1 Variables de productividad. La productividad cuenta con tres funciones: mano de obra, capital y artes y ciencia de la administración.

Mano de obra: Es el factor más importante ya que el personal debe tener algún tipo de estudio, por ejemplo, en CONGELAGRO S.A. y en general en cualquier empresa de alimentos es indispensable, el curso de manipulador de alimentos para evitar cualquier tipo de contaminación en el producto en proceso. Para obtener una mejora en cuanto al proceso y la producción se debe realzar las habilidades laborales, para que el operario se sienta en capacidad de realizar cualquier tipo de actividad.

Capital: A medida que la inflación y los impuestos incrementan el costo del capital y la inversión del capital se vuelve cada día más costosa. El capital, en este caso, se refiere a la inversión que hace la compañía en los equipos. Cuando hay fallas en los equipos se ven bajas en la productividad ya que no se está trabajando al 100% con dichos equipos. El uso de la mano de obra reduce el desempleo porque genera economías menos productivas.

Las Artes y Ciencias de la Administración: la administración es el factor más importante para obtener un nivel de productividad alto. Por medio de la educación y el entrenamiento dada a los operarios se pueden dar mejoras. Los pasos de la administración, planeación, organización, dirección y verificación ayudan a realizar estrategias para una buena productividad optimizando los recursos humanos, maquinaria e insumos, capacitando al personal para que realicen un producto con las especificaciones de calidad exigidas por la empresa.

7.2 ORGANIZACIÓN PARA LA CREACIÓN DE BIENES Y SERVICIOS

Para crear bienes y servicios, las organizaciones tienen en cuenta tres funciones básicas:

- Producción: elaboración de un producto.
- Finanzas / contabilidad: Se encarga de pagar y cobrar cuentas.

- Mercadeo: genera la demanda.

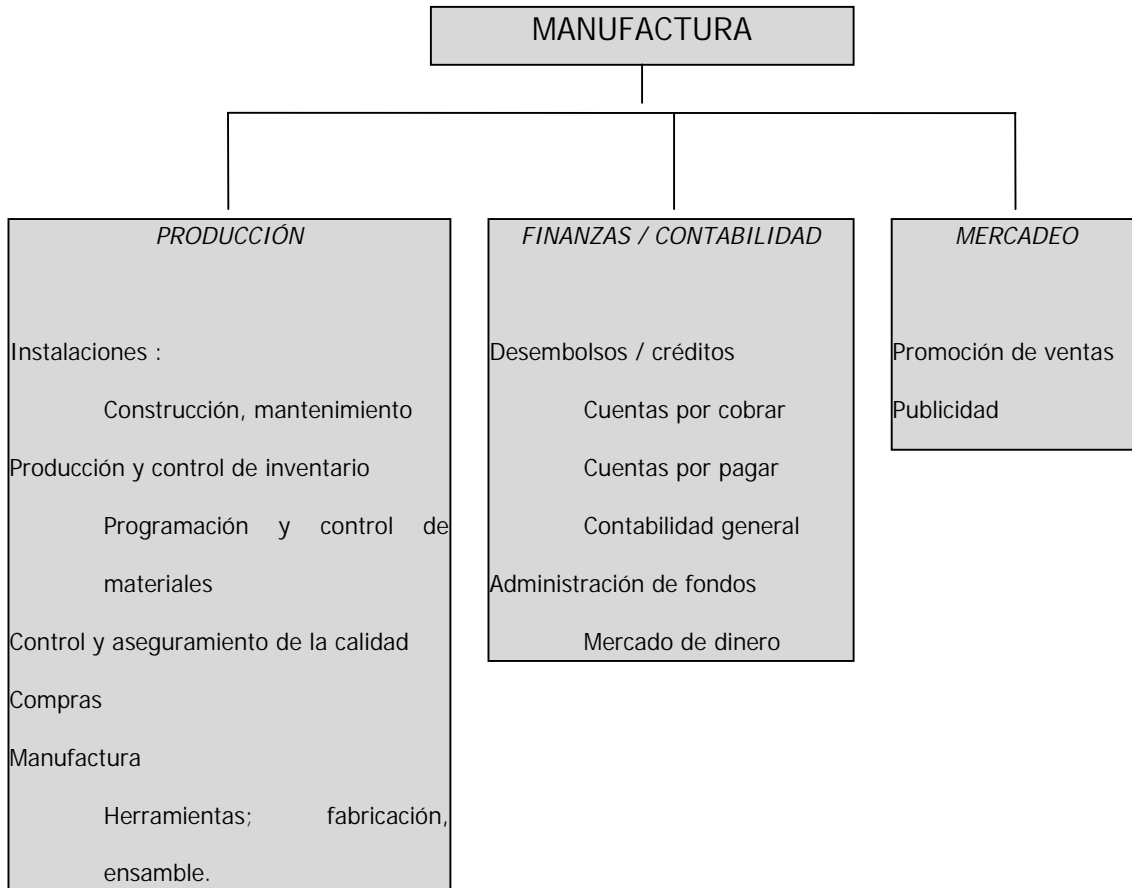


Figura 8. Organigrama para la organización

Fuente. Render Barry. Principios de administración de operaciones. Pág. 14

8 MANEJO DE INFORMACIÓN

Una empresa debe tener en cuenta información histórica que le permita construir una buena base de datos que le facilite la toma de decisiones. Si la empresa no utiliza la información histórica puede presentar debilidades debido a decisiones frágiles y sin documentos que la soporten.

Obtener trazabilidad² en una empresa se realiza por medio de formatos que luego son plasmados en una base de datos.

8.1 FORMATOS

Los formatos o planillas son una forma de llevar a cabo un registro de información que luego es digitada a una base de datos para posteriores análisis. Por medio de las planillas se puede controlar la entrada y salida de materias primas, consumo de estas y de insumos, producto a granel y empacado.

² Capacidad para seguir la historia, la aplicación o la localización de todo aquello que está bajo consideración. Al considerar un producto, la trazabilidad puede estar relacionada con: el origen de los materiales y las partes, la historia del procesamiento y la distribución y localización del producto después de su entrega.

8.1.1 Formatos de Producción. En CONGELAGRO S.A. se manejan los siguientes formatos de producción para que sean llenados por los operarios:

8.1.1.1 Reporte de producto a cava. Es donde el Operario evalúa hora a hora la velocidad de la línea por medio de los huacales de producto terminado.

$$\text{Kg / h} = \text{Peso Real / Tiempo real}$$

Se toma el tiempo real desde el momento que se comience a llenar un huacal hasta que se termine y se pesa. Es importante que el Operario de Línea tenga en cuenta la velocidad para contribuir con las mejoras respectivas que él justifique realizar (aumentar los golpes por minuto de la troqueladora, tener un producto bien formado). Ver Anexo A.

8.1.1.2 Control de paros. Se anotan en la planilla datos de los diferentes paros ya sean de tipo mecánico u operativo. Los operarios deben anotar la hora exacta en que comienza y termina el paro y la causa.

Los paros mecánicos suceden cuando algún equipo sufre un daño y el departamento de mantenimiento intercede en él y los paros de producción u operativos los pueden controlar los operarios. Ver Anexo B.

Los paros operativos más comunes son:

- Se pega el molde: Se debe engrasar los moldes macho y hembra para que no se peguen al rotor y tengan la libertad de encajar.
- Destape de boquillas: Al llenarse una boquilla del molde macho es imposible formar una Croqueta.
- Atascamiento de producto en el túnel de congelación 2: Antes de salir el producto a la banda que es transportado a la máquina de empaque, se produce un atascamiento en el túnel cuando hay demasiado producto en salir o también sucede cuando varias croquetas se atascan en el interior del túnel y obstruye la salida de las demás croquetas.
- Mala calidad en el puré de papa: Cuando la papa no cumple los estándares de calidad requeridos en el producto.
- Falta de materia prima: Cuando no hay yuca lista para ser procesada a la entrada de la tolva de alimentación del blanqueador 1.
- Cambio de molde: se hace esta operación que requiere de tiempo cuando se desea cambiar de referencia para ser procesada.
- Limpieza de la banda freidora: cuando la croqueta sale de la freidora y deja residuos de aceite sobre la banda.

Los paros mecánicos más comunes son:

- Falla del compresor del túnel, hace que las croquetas salgan descongeladas.
- Se parte el espigo del molde, el espigo es el soporte que sostiene el molde, al partirse no forma la croqueta.
- Se parte molde macho, al partirse no sale la forma de la croqueta.
- Ajuste de tornillos del molde macho, el molde macho debe ser ajustado constantemente ya que por la fricción que produce la máquina se van soltando un poco los tornillos.

8.1.1.3 Informe de producción diario línea yuca. Por medio de esta planilla, el Operador de Línea puede ver el comportamiento del turno laboral al cual pertenece observando la velocidad de la línea al finalizar la producción del turno.

En esta planilla se anotan los consumos de materia prima e insumos, los kg de empaque por referencia que fueron empacados, el consumo de empaque, cajas y etiqueta.

En la parte posterior de la planilla se colocan los consumos reales y standard para realizar un análisis de turno. Ver Anexo C.

8.1.1.4 Informe de producción diario línea masas. Al plasmar los datos obtenidos en una base de datos, éste nos da unos porcentajes establecidos por la compañía. Estos datos los anoto en un formato que es pasado a la gerencia para su respectivo análisis económico y evaluación de la línea (comportamiento de la línea frente a la producción).

En este formato se anota la producción en kg, las horas programadas, la velocidad de horas programadas, las horas trabajadas, la velocidad de horas trabajadas con respecto a la producción del día. También se anotan los consumos de aceite, la cantidad de insumos, la cantidad que fue empacada y algunas observaciones que coloco para su respectivo análisis en gerencia.

La elaboración de este informe establece el consumo diario de todas las materias primas para evaluar si este consumo es el adecuado, si se está consumiendo más o menos de lo debido. También se evalúa la eficiencia y el rendimiento de la línea. Ver Anexo D.

El formato presenta:

- Fecha
- Referencia y código del producto

- Cantidad de producido en kg y acumulado evaluando el % de reproceso³ de línea tanto diario como acumulado.
- Consumo de materia prima diaria y promedio.
- Evaluación de la eficiencia teniendo en cuenta las horas programadas, la velocidad de horas programadas, los paros de producción y mecánicos, las horas trabajadas y la velocidad de horas trabajadas.

8.1.1.5 Informe Costos. Este formato es llevado al departamento de contabilidad, quién evalúa si se han tenido ganancias o pérdidas.

Este formato muestra todos los consumos a granel y empacado en Kg. Este formato junto con el anterior son llevados a gerencia para tomar decisiones efectivas al momento de laborar en la línea. Ver Anexo E.

8.1.1.6 Gráficas. Para llevar a cabo el comportamiento de la línea durante el mes que se está laborando y darlo a conocer a los operarios y a la Gerencia se desarrollaban las siguientes gráficas:

³ Producto que no cumple con las especificaciones de calidad exigidas por la Empresa tales como deformidad, tamaño corto, descongelamiento, puntos negros y grado de freído no aceptable.

Gráfica 1. PRODUCCIÓN DIARIA Y ACUMULADA MES. Ver Anexo F.

Gráfica 2. VELOCIDAD HORAS PROGRAMADAS. Ver Anexo G.

Gráfica 3. kg YUCA CONSUMIDA vs. kg YUCA REAL. Ver Anexo H.

Gráfica 4. PAROS DIARIOS LÍNEA YUCA. Ver Anexo J.

Gráfica 5. CONSUMO DIARIO DE ACEITE %. Ver Anexo K.

Gráfica 6. EFICIENCIA LÍNEA YUCA. Ver Anexo L.

9 MANEJO DE INVENTARIOS

El manejo de inventarios en una empresa es un factor muy importante ya que se puede determinar el consumo y lo que hay disponible de insumos, materia prima y materiales de empaque como bolsas, etiquetas y cajas de cartón.

El manejo de inventarios es una forma de controlar los insumos y materiales que se consumen dentro de una empresa. También se puede determinar cuánto producto se tiene a granel y empaçado. A partir de esto se puede programar la producción diaria, quincenal o mensual, empaque de producto a granel que no haya o que quede muy poco en una cava de almacenamiento.

9.1 PROGRAMA IBES

Consiste en un programa manejo de inventarios interno donde se puede observar la cantidad de insumos y materiales dentro de una bodega de almacén o una cava de almacenamiento.

Se puede determinar cuánto producto hay a granel o empaçado y listo para su distribución.

Este programa tiene ingresado las siguientes bodegas:

Bodega 010	Producto a distribuir
Bodega 015	Producto a distribuir
Bodega 110	Producto a granel de línea
Bodega 113	Producto a granel en cava de almacenamiento
Bodega 115	Producto entregado a la línea (etiquetas, cajas de cartón, bolsas para empaque, insumos, etc.)
Bodega 116	Recepción de materia prima

Bodega 010 y 015: Es donde se almacena producto empacado terminado listo para su distribución a almacenes de cadena, tiendas, restaurantes, etc. Son bodegas reales⁴.

Bodega 110 y 113: Son bodegas de producto a granel. En la bodega 110 por medio del Kardex⁵ de Inventario se muestran todas las entradas y salidas de la producción diaria. La bodega 110 pertenece a una bodega real. La bodega 113

⁴ Las bodegas reales existen en la empresa y allí se pueden hacer transferencias de producto para que sea contabilizado.

⁵ Instrumento que se utiliza para llevar un registro diario o mensual donde se controla la entrada y salida de los productos que se elaboran.

pertenece a una bodega teórica⁶ donde el producto es elaborado pero solo se cuantifica cuando se procede a hacer un documento que certifique la entrada, es decir que cuando un producto se elabora en la línea es entrado ficticiamente en la bodega 113 pero cuando es entrado a cava pasa a ser producto de la bodega 110.

Bodega 115: Es aquella que registra la cantidad de insumos (mezcla y aceite) y cantidad de empaque (rollos para empaque, etiquetas y cajas de cartón) que se ha entregado a la línea para ser consumidos durante el proceso. Estos valores de entrega se pueden determinar de manera total (total de entregado) y diario por medio del Kardex (cantidad diaria entregada según la fecha). Esta bodega pertenece a una bodega teórica.

Bodega 116: Es aquella donde registra la cantidad de materia prima (yuca) y aceite que es entregada a la línea. Se puede observar de manera total o diaria. Como lo mencioné anteriormente, las bodegas o cavas de almacenamiento pueden ser reales o ficticias. Las bodegas ficticias son aquellas donde se puede hacer un traslado teórico. Otro ejemplo muy explicativo de esto es el manejo de aceite:

⁶ Las bodegas teóricas son bodegas ficticias que son importantes para cuantificar la cantidad de producto que se elabora para luego ser entrados una bodega real.

Se procesa Croqueta de yuca, uno de los componentes en su elaboración es el aceite que se encuentra en una freidora. La freidora es alimentada por dos tanques de almacenamiento, uno de estos tanques (tanque alimentador) queda dentro de la línea de producción y otro queda en la bodega 116 (tanque de recepción). Se abren las válvulas para que el aceite pase del tanque de almacenamiento al tanque alimentador. Por medio de válvulas se alimenta la freidora. Este aceite se cuantifica midiendo la altura inicial y final y temperatura inicial y final del aceite para calcular los kg consumidos por medio de la densidad. Ver Anexo M.

Al final del mes y cada quince días se debe realizar un cierre de mes llamado Cierre de Batch. Todas las cantidades que no sean consumidas deben ser devueltas a la bodega, pero, ¿cómo devolvemos el aceite?. Es casi imposible sacar el aceite del tanque, además se puede contaminar, entonces procedemos a hacer una entrada teórica, midiendo la altura y la temperatura y se multiplica por la densidad para hacer la entrada en kg.

10 ESTUDIO DE LA DEMANDA

El estudio de la demanda en CONGELAGRO S.A. es incierto ya que no incluyen información histórica de las ventas para determinar la cantidad a producir. Esto lleva a mantener un patrón de inventario bastante inestable, lo que es riesgoso para la empresa ya que puede llegar a incumplir con pedidos extraordinarios agotando la reserva de inventarios.

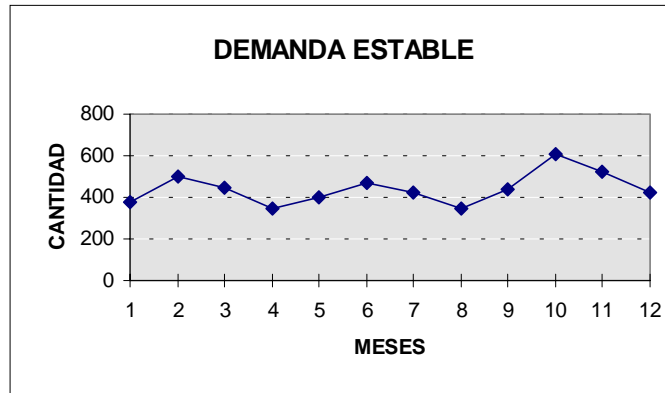
10.1 DEMANDA

La demanda es la cantidad de bienes y servicios que un número de personas desean adquirir en determinado periodo de tiempo.

10.2 TIPOS DE DEMANDA

La demanda se clasifica según el comportamiento de ciertos datos, por ejemplo, el comportamiento de las ventas históricas. Esta clasificación conlleva a la tendencia que toman los datos al ser graficados.

10.2.1 Demanda estable. Corresponde a productos que están posesionados en el mercado y son consumidos regularmente por las personas en determinados periodos. No tienen grandes variaciones.



Gráfica 1. Comportamiento de la demanda estable
Fuente. Bello Carlos. Manual de producción. Pág. 72

Los parámetros a analizar en cualquier gráfica de demanda son: el comportamiento, la tendencia y el ciclo.

Comportamiento: La gráfica refleja un comportamiento a través de tiempo. Los datos pueden ser regulares⁷ e irregulares⁸. Los datos en ésta gráfica son irregulares.

⁷ Las oscilaciones u variaciones entre dato y dato suelen ser suaves

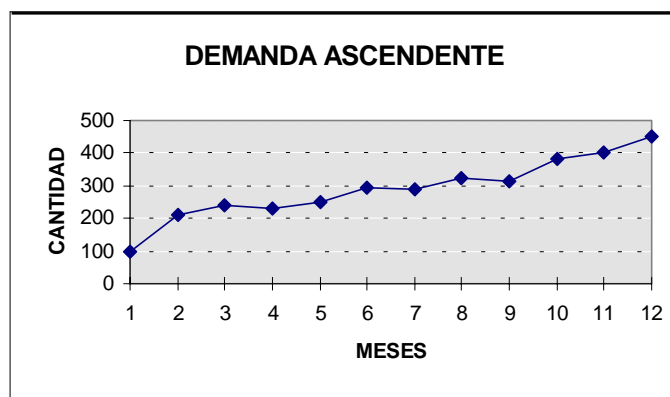
⁸ Las oscilaciones o variaciones son altas entre dato y dato.

Tendencia: Es la comparación de las medias de dos periodos consecutivos. Es la dirección por la cual los datos se inclinan. La tendencia es ascendente o descendente.

Ciclo: Es el cambio de tendencia en cada determinado lapso de tiempo.

Cuando los datos son regulares no se maneja tendencia ni ciclo. Los datos se encuentran en un rango máximo y mínimo. Se puede determinar la media y la desviación.

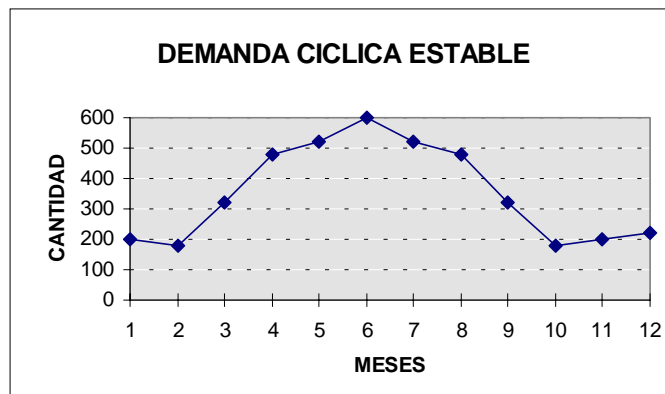
10.2.2 Demanda ascendente. Corresponde a productos nuevos que han tenido mejoras en el tiempo. Las variaciones son regulares.



Gráfica 2. Comportamiento de la demanda ascendente
Fuente. Bello Carlos. Manual de producción. Pág. 72

Presenta un comportamiento regular, con tendencia ascendente, no presenta ciclo ya que no hay cambio de tendencia.

10.2.3 Demanda cíclica estable. Corresponde a productos que se consumen en un periodo de tiempo determinado, por ejemplo adornos navideños, tiquetes de viaje, etc.

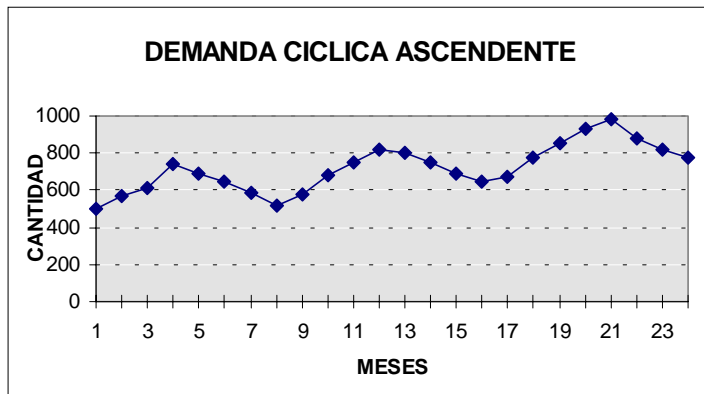


Gráfica 3. Comportamiento de la demanda cíclica estable

Fuente. Bello Carlos. Manual de producción. Pág. 72

Presenta un comportamiento de datos regulares e irregulares sobresaliendo los datos regulares. Presenta tendencia ascendente y descendiente. El ciclo, los meses del 1 al 6 son iguales a los meses del 7 al 12.

10.2.4 Demanda cíclica ascendente. Corresponde a productos que se consumen por temporadas. Presenta variaciones irregulares.

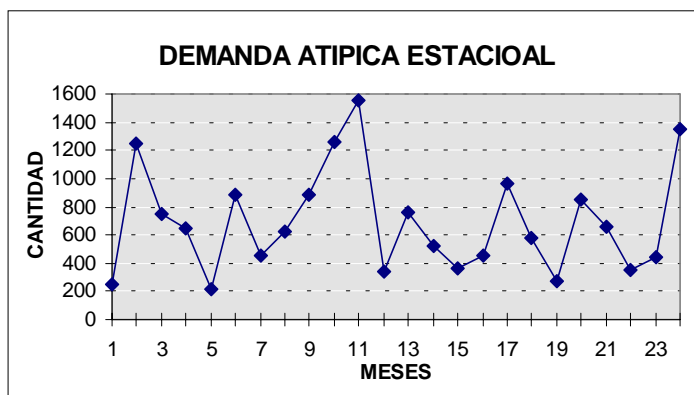


Gráfica 4. Comportamiento de la demanda cíclica ascendente

Fuente. Bello Carlos. Manual de producción. Pág. 73

Maneja cambios de tendencia cada determinado lapsos de tiempo, el comportamiento de los datos es de forma regular. Se presenta ciclo cada 4 o 6 meses.

10.2.5 Demanda atípica estacional: Corresponde a productos que reflejan datos irregulares muy definidos durante todo el año. Presenta altas variaciones. Es estacional ya que trata de reflejar algunos puntos.



Gráfica 5. Comportamiento de la demanda atípica estacional

Fuente. Bello Carlos. Manual de producción. Pág. 84

No define un comportamiento por lo tanto no presenta ni tendencia ni ciclo. Es el caso que se tratará con los datos históricos de la compañía.

10.3 PRONÓSTICO DE VENTAS

El pronóstico es una estimación que se realiza a futuro por medio de las ventas históricas. Por medio del pronóstico se puede determinar el diseño de producción más económico para procesos, equipos, capacidades y distribuciones.

Se conocen dos tipos de productos:

Productos de norma

Productos fuera de norma

Los productos de norma son los que elabora cierta compañía para suministrar existencias. Alimentos, automóviles, bebidas refrescantes y ladrillos, son ejemplos de este tipo.

Los productos fuera de norma o especiales son los artículos que son hechos a la medida. Por ejemplo el diseño de un equipo especial y vestidos hechos sobre medidas.

10.3.1 Métodos. Se conocen cinco métodos de pronósticos de ventas:

10.3.1.1 Opinión Colectiva^{**}. Se les pide a los vendedores que presenten apreciaciones de las ventas futuras. En las apreciaciones a tener en cuenta deben considerar: reacción del cliente ante el producto y la tendencia que han venido siguiendo sus ventas. Es posible que el pronóstico final sea determinado en pesos y debe convertirse en unidades físicas para poder establecer el planeamiento de la producción.

Si se realiza un pronóstico en pesos de cada producto individual, la conversión a unidades físicas se hallará dividiendo las ventas estimadas en pesos por precio de venta esperado por unidad.

Cuando la predicción se realiza con las ventas totales en pesos para un grupo de producto debe dividirse el total sobre las ventas esperadas para cada artículo del grupo.

Este método requiere juicio, sentimientos, optimismo y pesimismo donde pueden haber errores que puedan causar gravedad en el cálculo de la predicción en un sistema productivo. Además, este método no requiere conocimientos especiales

^{**} Tawfik Luis. Administración de la producción. Pág. 53

para aplicarlo pero la predicción es solamente para un año. Si se quiere hacer predicciones cada tres meses, cada mes o cada semana, la exactitud de la proyección disminuiría ya que las ventas pueden fluctuar ampliamente semana a semana.

10.3.1.2 Índices Económicos^{**}. Se utilizan indicadores económicos que describen las condiciones económicas durante un periodo de tiempo. Algunos indicadores económicos son:

- Contratos de construcción adjudicados
- Ingreso de personal
- Producción de automóviles
- Empleo
- Producto nacional bruto
- Precios de consumidor
- Cuotas de deuda de consumidor
- Pedidos de artículos durables nuevos
- Precios de artículos al por mayor
- Depósitos bancarios
- Producción de acero
- Producción industrial
- Matrículas de automóviles

Este método no es muy confiable ya que no se tiene la certeza en el comportamiento entre los datos. Uno de los problemas es la necesidad de encontrar un indicador económico apropiado.

10.3.1.3 Promedio de ventas^{**}. Es un método donde se estima la media aritmética de diferentes valores por años de ventas. No se sugiere este método ya que no se tendrían en cuenta fluctuaciones altas o bajas.

10.3.1.4 Análisis de series de tiempo^{**}. Por medio de ventas pasadas se determina si hay tendencia entre los datos. Si las ventas fluctúan demasiado entre dato y dato, al determinar la tendencia, casi ningún dato cae sobre la línea de tendencia; debe ajustarse esta tendencia si las ventas son de forma estacional, ascendente o cíclicas. Una de las ventajas de este método es que si se quiere predecir las ventas por trimestres, se puede analizar ventas pasadas trimestralmente, lo mismo se hace por años. Este es un método que se ajusta fácilmente a los datos históricos de ventas y es el más confiable.

Para ajustar la tendencia de los datos se aplica el método de mínimos cuadrados^{***}. El método de mínimos cuadrados describe mejor la aproximación de los datos por medio de una ecuación.

*** Bufo Eldwood. Administración y dirección técnica de la producción

Ecuación de la recta

$$y = a + bx$$

Multiplicar por x

$$yx = ax + b(x^2)$$

Inducir sumatoria ecuación (1)

$$\sum y = na + b(\sum x)$$

Inducir sumatoria ecuación (2)

$$\sum yx = a(\sum x) + b(\sum x^2)$$

Despejar (a) ecuación (1)

$$a = \frac{\sum y - b(\sum x^2)}{n} = \bar{y} - b(\bar{x})$$

Reemplazar en (2)

$$\sum yx = \frac{(\sum y - b(\sum x))(\sum x) + b(\sum x^2)}{n}$$

Despejar (b) ecuación (2)

$$b = \frac{n\sum xy - \sum x * \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

n = Número de observaciones de ambas variables

10.3.1.4.1 Factor de correlación^{***}. Diferencias entre las ventas históricas con relación a los valores calculados. Pequeñas diferencias entre las ventas predichas y las reales.

Al aumentar las desviaciones indica una relación o correlación lineal débil y suelen presentarse errores en los valores predichos.

$$r = \sqrt{1 - \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}}$$

r = factor de correlación

\bar{y} = promedio de los valores dados de la variable dependiente, la cual serían las ventas.

El coeficiente de correlación es 1, siempre que las dos variables estén relacionadas perfectamente entre sí, pero como esto casi nunca sucede se toma la mejor aproximación a 1. Si es cero indica la ausencia de cualquier relación entre variables. El factor de correlación depende directamente de la pendiente, si la pendiente presenta un valor positivo se dice que el coeficiente es positivo, si la pendiente presenta un valor negativo se dice que el coeficiente es negativo.

Regla General del Factor de Correlación:

Cuadro 3. Regla general del factor de correlación

Valor absoluto del Coeficiente de Correlación	Interpretación
0.90 – 1.00	Correlación muy alta
0.70 – 0.90	Correlación alta
- 0.70	Correlación moderada
0.20 – 0.40	Correlación Baja
0 - 0.20	Correlación muy leve

Fuente: Raymond Mayer. Gerencia de Producción y Operaciones. Pág. 21.

10.3.1.5 Lotus 1-2-3. Esta es una modalidad que presenta Microsoft Excel 95 ó 97 en cualquier versión para poder determinar el pronóstico de datos históricos.

En el capítulo siguiente se detallará la elaboración de un Software destinado para hallar los un plan de producción que se ajuste a las ventas históricas, el cual toma como base el factor de correlación para obtener un dato más exacto.

Realmente no se hizo énfasis en los métodos de opinión colectiva, para calcular el pronóstico de ventas ya que el modelo a diseñar se establecerá por medio del cálculo de la tendencia.

10.4 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Los datos históricos corresponden a los años 98, 99 y 2000. Se desea conocer el pronóstico para el año 2001 utilizando los cuatros métodos (Lineal, Logarítmico, Exponencial y Potencial) y se proyecta por el mejor.

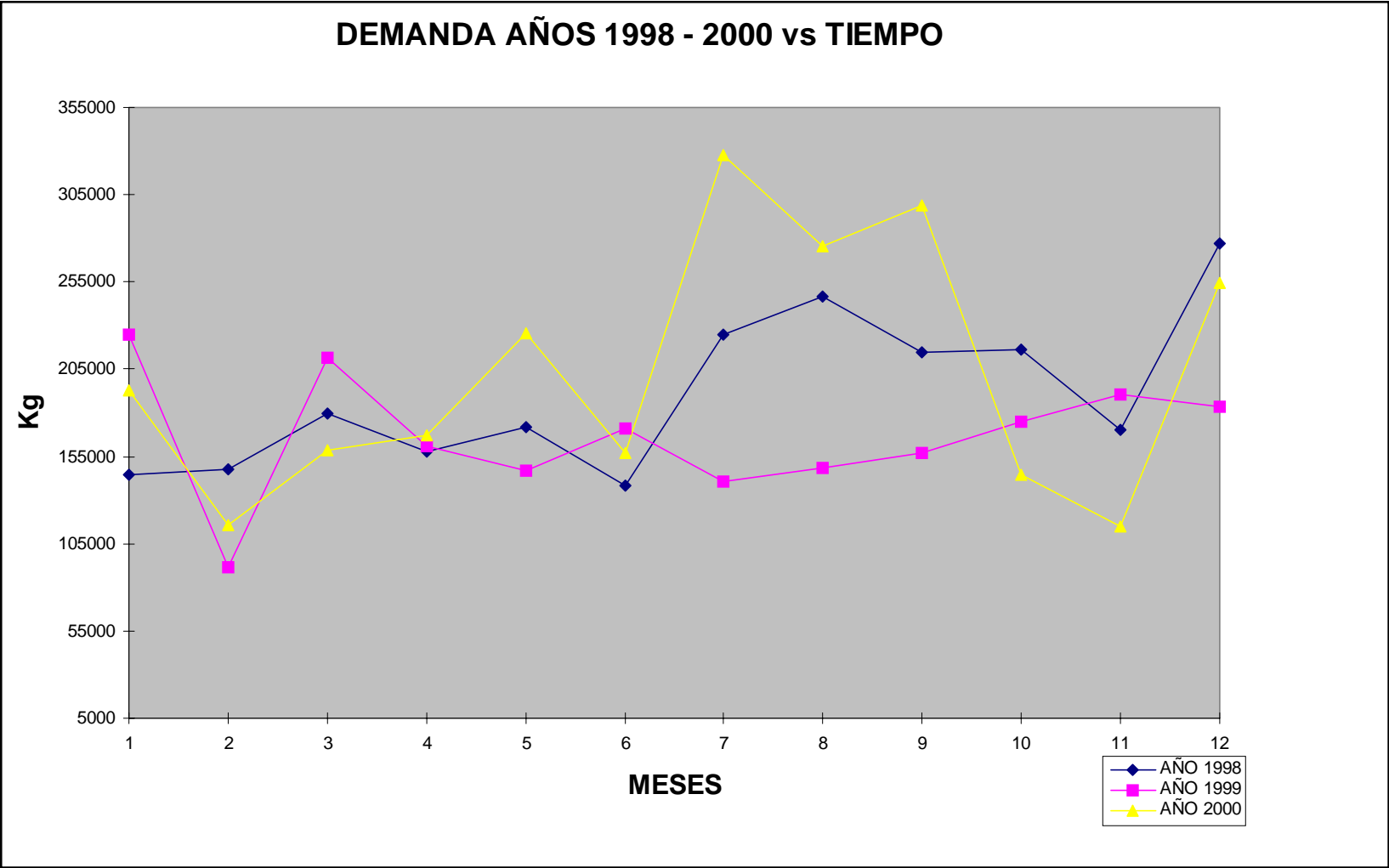
Actualmente la línea de producción tiene una capacidad al 100% de 600 Kilos hora, pero los registros indican una eficiencia promedio de 97.6%, el turno laboral es de 11 horas / día.

Cuadro 4. Datos históricos de la demanda de croqueta de yuca

MES	DEMANDA (Kg) 1998	DEMANDA (Kg) 1999	DEMANDA (Kg) 2000	DÍAS LAB/MES
Enero	144381	225110	193166	18
Febrero	147588	91340	115589	22
Marzo	179883	211740	158842	24
Abril	157430	161220	167342	23
Mayo	171610	147020	225278	21
Junio	138100	171420	157344	17
Julio	225129	140245	327360	20
Agosto	246518	148396	275234	24
Septiembre	214950	156801	298644	18
Octubre	216540	174720	144371	19
Noviembre	170090	190166	114752	22
Diciembre	277423	183649	254687	20

Fuente. Registro de las ventas históricas de CONGELAGRO S.A.

Se procede a graficar las ventas de los 1998, 1999 y 2000:



Gráfica 6. Ventas históricas de la croqueta de yuca

Fuente. Registro de las ventas históricas de CONGELAGRO S.A.

- La gráfica presenta un comportamiento irregular, es decir que existen altas variaciones entre dato y dato.
- No presenta un tipo de tendencia por poseer variaciones irregulares entre los datos.
- No existe ciclo ya que no presenta cambios de tendencia. Este tipo de gráfica no presenta ni una tendencia ni un ciclo definido. Los lapsos de tiempos en la cual ocurre la tendencia no son iguales, luego este tipo de gráfica no presenta ciclo.
- La técnica a utilizar es aplicar los modelos de series de tiempo combinándolo con los índices de variación mensual ya que con esto se puede reflejar el comportamiento en un lapso de tiempo de 36 meses.
- Por medio del análisis podemos determinar que las ventas reflejan un tipo de DEMANDA ATÍPICA ESTACIONAL.

10.5 PLAN DE PRODUCCIÓN

Se debe determinar la estrategia de producción según el pronóstico dado. Hay tres planes de producción:

10.5.1 Ajuste de inventario. Mantener una cantidad de unidades físicas en el almacenamiento al inicio del año que permita nivelar los requerimientos de la demanda vs. la producción en los meses venideros.

10.5.2 Horas extras. Esta estrategia es recomendable para productos perecederos. Por medio de la hoja electrónica se puede establecer la cantidad de horas extras para suplir con el pronóstico hallado. Con el plan de horas extras se puede determinar si se puede trabajar con el mismo personal de la planta.

10.5.3 Contratación. Es el caso donde la empresa por medio del personal a su cargo no puede cumplir con la demanda pronosticada y debe pensar en contratar personal ajeno a la planta.

11 ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE PRONÓSTICO Y PLAN DE PRODUCCIÓN EN LOTUS 1-2-3 EN Excel 95/97

11.1 PRONOSTICO

La demanda histórica es de forma mensual.

Teniendo los datos de las ventas pasadas se procede a realizar lo siguiente:

1. Escoger una hoja de cálculo. El nombre de esta hoja es TENDENCIA.
2. En la celda A1, B1, C1, D1, E1, F1, G1, H1, I1, J1 escribir "Tiempo 1-24", "Tiempo 1-12", "Demanda (un)", "ln 1-24", "ln 1-12", "ln demanda", "índice de variación⁹", "índice medio", "tendencia" y "pronóstico" respectivamente
3. En la celda A2 colocar los números de 1 a 36. En este caso son tres años.
4. En la celda B2 colocar los números de 1 a 12 hasta llegar a la celda B37.
5. En la celda C2 colocar los valores de la demanda histórica en el orden de 1998 a 2000.

⁹ Es un índice que refleja el comportamiento de un dato observado con respecto al valor medio de los datos en un lapso de tiempo establecido.

6. En la celda D2 colocar la fórmula =ln(A2) y desplegar la fórmula hasta la celda D37.
7. En la celda E2 colocar la fórmula =ln(B2) y desplegar la fórmula hasta la celda E37.
8. En la celda F2 colocar la fórmula =ln(C2) y desplegar la fórmula hasta la celda F37.
9. En la celda C40 escribir =Suma(C2:C37).
10. En la celda E40, E41 y E42 escribir "Promedio 98", "Promedio 99" y "Promedio 00" respectivamente.
11. En la celda F40 escribir la fórmula =Promedio(C2:C13) para hallar el promedio de las ventas del año 1998.
12. En la celda F41 escribir la fórmula =Promedio(C14:C25) para hallar el promedio de las ventas del año 1999.
13. En la celda F42 escribir la fórmula =Promedio(C26:C37) para hallar el promedio de las ventas del año 2000.
14. En la celda G2 escribir la fórmula =(C2/\$F\$40) y arrastrar la fórmula hasta G13. En la celda G14 escribir la fórmula =(C2/\$F\$41) y arrastrar la fórmula hasta G25. En la celda G26 escribir la fórmula =(C2/\$F\$42) y arrastrar la fórmula hasta G37. Los signos de interrogación significan "Fijar una celda" y se realizan oprimiendo la tecla F4.

15. En la celda H2 escribir la fórmula $=(G2+G14+G26)/3$ y arrastrar la fórmula hasta la celda H13. Se deben sumar todos los índices de variación de cada mes, mes 1 del año 1998, 1999 y 2000, mes 2 del año 1998, 1999 y 2000 y así sucesivamente. Se deben dividir en 3 para hallar el Índice medio.
16. Las regresiones de los datos se pueden hallar por medio de la Base de Tiempo Acumulada¹⁰ o Base de Tiempo Estable¹¹. Para hallar las regresiones en Base de Tiempo Acumulada de 1-36 se debe colocar el menú señalando el signo de interrogación. Debe aparecer el siguiente cuadro:

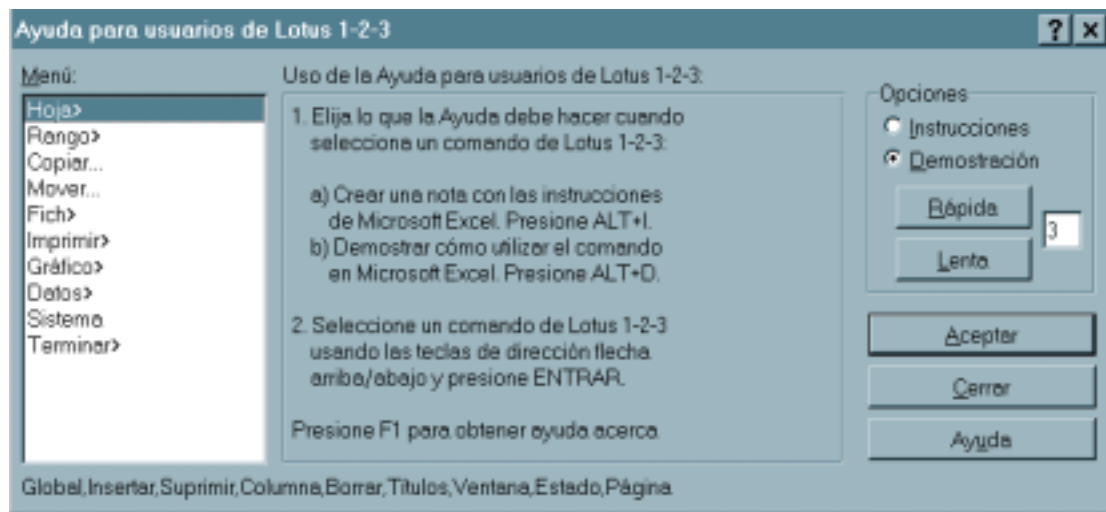


Figura 9. Página de ayuda para Lotus 1-2-3

¹⁰ La Base de Tiempo Acumulada consiste en apreciar si los datos tienden a crecer año tras año.

¹¹ La Base de Tiempo Estable consiste en apreciar si el comportamiento de los datos se repite en los siguientes años de la misma forma.

Para una Regresión lineal se deben oprimir las siguientes teclas:

- L, significa entrar al Asistente para Lotus.
- D, significa ingresar datos.
- R, significa dar regresiones.
- X, significa el rango en X, de A2 hasta A37 (A2:A37), base acumulada: los datos van desde el mes 1 hasta el mes 36. Oprimir Enter.
- Y, significa el rango en Y, de C2 hasta C37 (C2:C37). Oprimir Enter.
- R, significa el rango de salida, donde el programa escribe la Regresión. Señalar con el mouse una celda cualquiera, en este caso B60. Oprimir Enter.
- A, de actuar.

Como se necesita observar el Factor de correlación y este programa no lo presenta, escribimos en la celda B66 la palabra Correlación y en la celda E66 escribir la fórmula +Raíz(E63).

Para una Regresión Logarítmica en Base de Tiempo Acumulada:

- L, D, R, X, escribir (D2:D37). Oprimir Enter.
- Y, escribir(C2:C37). Oprimir Enter.
- R, escribir B70. Oprimir Enter
- A, de actuar.

Colocamos el Factor de Correlación en la celda B76 y la fórmula +Raíz(E73) en la celda E76.

Para una Regresión Exponencial en Base de Tiempo Acumulada:

- L, D, R, X, escribir (A2:A37). Oprimir Enter.
- Y, escribir(F2:F37). Oprimir Enter.
- R, escribir B80. Oprimir Enter
- A, de actuar.

Colocamos el Factor de Correlación en la celda B86 y la fórmula +Raíz(E83) en la celda E86.

Para una Regresión Potencial en Base de Tiempo Acumulada:

- L, D, R, X, escribir (D2:D37). Oprimir Enter.
- Y, escribir(F2:F37). Oprimir Enter.
- R, escribir B90. Oprimir Enter
- A, de actuar.

Colocamos el Factor de Correlación en la celda B96 y la fórmula +Raíz(E93) en la celda E96.

Para una Regresión Lineal en Base de Tiempo Estable:

- L, D, R, X, escribir (B2:B37). Oprimir Enter.

- Y, escribir(C2:C37). Oprimir Enter.
- R, escribir G60. Oprimir Enter
- A, de actuar.

Colocamos el Factor de Correlación en la celda G66 y la fórmula +Raíz(J63) en la celda J66.

Para una Regresión Exponencial en Base de Tiempo Estable:

- L, D, R, X, escribir (B2:B37). Oprimir Enter.
- Y, escribir(F2:F37). Oprimir Enter.
- R, escribir G70. Oprimir Enter
- A, de actuar.

Colocamos el Factor de Correlación en la celda G76 y la fórmula +Raíz(J73) en la celda J76.

17. El factor de correlación se determina para evaluar el modelo de regresión y la base de tiempo por la cual se deben trabajar los datos. El dato que más se acerca a 1 ó a -1 es Modelo Exponencial con Base de Tiempo Estable.
Correlación = 0.3218.

18. Para hallar la tendencia se debe tener en cuenta el factor de correlación que más se acerca a 1 ó -1. Se debe aplicar las siguientes fórmulas:

- Si es lineal 1-36 =ConstanteTeclaF4+CoeficientedexTeclaF4* K2

$$= \$E\$61 + \$D\$67 * K2$$

- Logarítmica 1-36 = ConstanteTeclaF4 + CoeficientedexTeclaF4 * In (K2)
= \$E\$71 + \$D\$77 * In(K2)
- Exponencial 1-36 = EXP(ConstanteTeclaF4 + CoeficientedexTeclaF4 * (K2))
= EXP(\$E\$81 + \$D\$87 * (K2))
- Potencial 1-36 = EXP(ConstanteTeclaF4 + CoeficientedexTeclaF4 * In(K2))
= EXP(\$E\$91 + \$D\$97 * In(K2))
- Lineal 1-12 = ConstanteTeclaF4 + CoeficientedexTeclaF4 * B2
= \$J\$61 + \$I\$67 * B2
- Exponencial 1-12 = EXP(ConstanteTeclaF4 + CoeficientedexTeclaF4 * (B2))
= EXP(\$E\$71 + \$D\$77 * (B2))

19. En una hoja de cálculo llamada "Gráfica Ventas" se grafican las unidades vendidas (demanda) de los tres años históricos.

20. En una hoja de cálculo llamada "Gráfica Pronóstico" se grafican las unidades vendidas y el año proyectado.

11.2 PLAN DE PRODUCCIÓN

Para hallar un plan de producción apropiado:

1. Escoger una hoja de cálculo llamada "PLAN PRODUCCIÓN".

2. En las celdas A1, A2, A3 y A4 escribir Horas/ día, Minutos/ hora, Tiempo/ unidad y Dato de Balance respectivamente.
3. En las celdas A5, B5, C5, D5, E5, F5, G5, H5, I5, J5, K5, L5, M5, O5, P5 y Q5 escribir: Mes, Días laborables, Demanda (un), Producción Real (un), Producción Real Total (un), Balance Inventario, Ajuste Inventario, Inventario Mes a Mes, Horas Requeridas de producción, Horas Extras Legales, Horas Extras por Asignar, Asignación Horas Extras, Horas Extras Diurnas, Horas Extras Nocturnas, Balance de Inventario 1, Contratación y Balance de Inventario 2.
4. De la celda A6 hasta A17 colocar los números del 1 al 12, los cuales corresponden a los meses del año.
5. En la celda B6 hasta B17 escribir los días que se elaborarán en cada uno de los meses.
6. En la celda C6 ir a la Hoja de Tendencia y copiar el pronóstico hallado, luego arrastrar la fórmula hasta C17. La fórmula quedaría =TENDENCIA!J2
7. En la celda C20 escribir la fórmula =SUMA(C6:C17), copiar la fórmula horizontalmente hasta la celda F20.
8. En la celda B1 colocar las horas por día que se trabaja en la Industria, en este caso son 11 horas/ día (1 turno).
9. En la celda B2 colocar 60 que corresponde a los minutos/ hora.

10. En la celda B3 colocar el tiempo por unidad: En el capítulo 6 que corresponde a los tiempos y movimientos, se explica en el cálculo de este tiempo. El tiempo por unidad es 0.0966.
11. En la celda D6 escribir $=($B$1*$B$2/$B$3)*B6$ y copiar hasta la celda D17.

$$\text{Producción real (un)} = \frac{11*60}{0.096} * \text{días laborables}$$

12. En la celda B4 que corresponde al dato de balance escribir $= C20/D20$. El dato de balance son los requerimientos de personas, máquinas o líneas de producción que se necesitan. Se calcula:

$$\text{Dato de balance} = \frac{\text{Producción requerida}}{\text{producción real}} = \frac{\text{s Demanda proyectada}}{\text{s Producción real}}$$

El dato de balance en este caso corresponde a una línea de producción.

13. El dato de balance debe dar un número entero, por ejemplo, si el resultado es 1.09, no pueden haber 1.09 personas, máquinas o líneas de producción, para ello se utiliza el dato de balance asignado. En la celda D1 se escribe el siguiente condicional $=SI(B4>1,(TRUNCAR(B4)),1)$. La función truncar equivale a la sustracción de decimales y no de redondear los números a uno entero mayor o menor. Por ejemplo,

TRUNCAR	ENTERO
6.9	7
-6.9	-7

En este caso el dato de balance da 0.73, el dato de balance asignado correspondería a 0. ¿Por qué el dato obtenido es cero?. La empresa casi en su totalidad es manejada por equipos, al ser una planta mas tecnificada que otra, su valor se va acercando a cero, pero cuando esto ocurre el dato se acercaría a 1, ya que solamente necesita una línea de producción.

14. Siempre se debe contar con un inventario inicial de cero porque no siempre es necesario mantener unidades físicas en el lugar de almacenamiento. En la celda D2 escribir 0.
15. La producción real total es la producción real multiplicada por el dato de balance asignado (cantidad de líneas de producción). Escribir =D6*\$D\$1
16. Para realizar un balance de inventario escribir =D2+E6-C6 es decir,

$$\text{Balance de Inventario} = \text{Prod. Real} + \text{Prod. Real Total} - \text{Demanda}$$

Esto se realiza con el fin de conocer cuanto inventario se tendría en el lugar de almacenamiento, si hay un deficit (valores negativos) o un superavit (valores positivos). Si nos indica un balance de valores negativos hay que plantear estrategias de producción ya que tendríamos faltantes de producto, lo cual

atrasaría considerablemente una entrega apropiada y en el momento justo al consumidor.

17. Algunas compañías tienen un inventario inicial ya sea bajo o alto es por ello que se coloca el valor mínimo del balance de inventario ya sea negativo o positivo. Por ejemplo:

Columna 1	Columna 2
-1850	2250
-3250	5850
-550	650
-2000	1580

En la columna 1 escogeríamos el valor más negativo, es decir -3250 y en la columna 2 escogeríamos 650.. A estos números se les debe determinar el valor absoluto con el fin de tener una cantidad de unidades físicas en almacenamiento al inicio del año que permita nivelar los requerimientos de la demanda vs. la producción.

En la celda D3 escribir = ABS(MIN(F6:F17))

18. En la celda E1 coloque el factor de hora extra = 25%
19. Como nos indica valores negativos en el balance de inventario se procede a realizar un ajuste de inventario utilizando la fórmula en la celda G6 =D3+E6-C6 y en la celda G7, = G6+E7-C7.

20. En la celda H6 escribir la fórmula = E6-C6, es decir, la producción real total menos la demanda.
21. Para conocer las horas requeridas de producción en la celda I6 se debe aplicar un condicional, si el inventario mes a mes es menor que cero, coloque el valor absoluto del Inventario mes a mes * (Tiempo-unidad / Minutos-Horas) y si es mayor coloque cero. Escriba la fórmula = SI(H6<0,ABS(H6*\$B\$3/\$B\$2),0).
22. Para determinar las horas extras legales, = B6*\$B\$1*\$D\$1*\$F\$1. Si las horas requeridas de producción son mayores que las horas extras legales indica que no se podría trabajar esas horas requeridas con el mismo personal de la compañía.
23. Para hallar las horas extras por asignar coloque el valor máximo, = ((MAX(K7+I6-J6),0).
24. Se utiliza el valor mínimo para la asignación de horas extras, = MIN((K7+I6),J6).
25. Las horas extras diurnas se calculan, = MIN(L6,B6*\$D\$1), lo que significa, si es menor, coloque la asignación de horas extras, si es mayor coloque los días laborables multiplicados por el dato de balance asignado.
26. Las horas extras nocturnas son el resultado de restar la asignación de horas extras y las horas diurnas.
27. Para hallar un balance de inventario 1, escribir la fórmula, = SI(K6>L6,((I20-J20)/(\$B\$3/\$B\$2)),0), lo que significa que si las horas extras por asignar son

mayores que la asignación de horas extras, reste los totales de horas requeridas y horas extras y divídalo entre el tiempo /unidad dividido en los minutos /hora, si las horas extras por asignar son menores que la asignación de horas extras, coloque cero. Este condicional debe ir en la celda O4.

28. Para hallar el balance de inventario 1, escriba la fórmula en la celda O6, = O4+L6/(\$B\$3/\$B\$2)+E6-C6.

29. La contratación se determina escribiendo la siguiente fórmula en la celda P6, = SI(H6<0, ABS(H6),0). Si el inventario mes a mes es menor que cero, coloque el valor absoluto de este y si es mayor coloque cero.

30. Para hallar el balance de inventario 2 se debe escribir en la celda Q6 =D2+E6+P6-C6 y en la celda Q7, =Q6+E7+P7-C7.

31. El plan de producción que mas se ajusta evaluando los costos es el que incida en el costo mas bajo.

32. En la celda A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29, A30, A31, A32, A33, C21, C22, B25, C25, D25 y E25 escriba Horas/ día, Días/ mes, Factor Hora Extra Diurna, Factor Hora Extra Nocturna, Descripción, Salarios, Costos de producción, Costo de Contratación, Costo de Almacenamiento, Costo Horas Diurnas, Costo Horas Nocturnas, Costo Total, Costo Promedio, Mes/ año, Factor, Costos Unitarios, Plan de Ajuste, Plan Horas Extras y Plan Contratación.

33. En la celda B21 hasta B24, B26 hasta 29, D21 y D22, escribir 11, 30, 1.25, 1.75, 345000, 1820, 9000, 650, 12 y 10 respectivamente.

34. En la celda B30 y B31 escribir $=(B26/B21*B22))*B23$ y $=(B26/B21*B22))*B24$ respectivamente.
35. De la celda C26 hasta la celda C33 escribir, $=B26*D21*D22$; $=C20*B27$; 0; $=G20/D21*B29$; 0; 0; $=SUMA(C26:C31)$; $C32/D21$ respectivamente.
36. De la celda D26 hasta la celda D33 escribir, $=B26*D21*D22$; $=C20*B27$; 0; $=M20*B30$; $=N20*B31$; $=SUMA(D26:D31)$ y $=D32/D21$ respectivamente.
37. De la celda E26 hasta la celda E33 escribir, $=B26*D21*D22$; $=(C20-P20)*B27$; $=P20*B28$; $=(Q20/D21)*B29$; 0; 0; $=SUMA(E26:E31)$ y $=E32/D21$ respectivamente.

Comparando los valores del costo promedio de los tres planes, plan de ajuste, plan de horas extras y plan de contratación se determina el costo más bajo.