

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE GRADUACION
SEMINARIO DE GRADUACION

TESIS DE GRADO

**Previo a la Obtención del Título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

Orientación:

Gestión de Producción

Tema:

Optimización de la Producción en la Empresa Elaborados de Café

A U T O R:

Núñez Lomas Jorge Isaac

Director de Tesis:

Ing. Samaniego Mora Carlos

2001 – 2002
Guayaquil - Ecuador

D E D I C A T O R I A

DEDICO ESTE TRABAJO, PRIMERO A DIOS QUE CON SUS BENDICIONES SIEMPRE ESTUVO PRESENTE, A MIS PADRES, A MI AMADA ESPOSA, A MIS HIJOS, HERMANOS, QUIENES CON AMOR SE UNIERON PARA EN TODO MOMENTO APOYARME, COMPRENDIENDO QUE CON AMOR Y UNION SE LOGRAN CUMPLIR LAS METAS.

A G R A D E C I M I E N T O

AGRADEZCO A DIOS POR HABER CREADO EN MÍ LA FUERZA DE VOLUNTAD PARA LLEVAR A EFECTO ESTE TRABAJO.

ADEMAS ES MI DESEO SINCERO AGRADECER A TODAS LAS PERSONAS QUE BONDADOSAMENTE COLABORARON PARA REALIZARLO.

A LOS DIRECTIVOS DE LA EMPRESA QUIENES EN FORMA ESPECIAL Y ESPONTANEA APROBARON PARA QUE SE REALICE ESTA INVESTIGACION.

LA RESPONSABILIDAD DE LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS
EXPUESTOS EN ESTA TESIS CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE AL
AUTOR

JORGE ISAAC NÚÑEZ LOMAS
C.I. 09-02638923

INDICE

CAPITULO I

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	1
1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA	1
1.2 LOCALIZACION Y UBICACIÓN	1
1.3 PRODUCTO QUE PROCESA	2
1.4 MERCADO QUE ATIENDE	2

CAPITULO II

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	3
2.2 ANÁLISIS TÉCNICO DE LA MATERIA PRIMA	4
2.3 EQUIPOS DE LIMPIEZA Y CLASIFICACIÓN	5
2.4 SILOS DE ALMACENAMIENTO CAFÉ CLASIFICADO LIMPIO	7
2.5 TOSTADORES DE CAFÉ	8
2.6 TOLVAS PARA CAFÉ CLASIFICADO	9
2.7 EXTRACTORES	9
2.8 CENTRIFUGAS	10
2.9 EVAPORACIÓN	11

2.10 CÁMARA DE SECADO (SPRAY)	12
2.11 ENVASE AL GRANEL	13
2.12 EQUIPOS AUXILIARES	14
2.13 BODEGAS PARA MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO	14

CAPITULO III

3. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCION	16
3.1 MAQUINAS Y EQUIPOS DISPONIBLES PARA EL PROCESO	
16 3.2 DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA	17
3.3 DISPONIBILIDAD DE MAQUINAS	17
3.4 DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA	18
3.5 ANALISIS DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE POR EQUIPOS O SECCIONES	18
3.6 CAPACIDAD DE LOS TOSTADORES	19
3.7 PROGRAMACION EN EXTRACCION	20
3.8 CAPACIDAD EN CENTRIFUGAS	24
3.9 CAPACIDAD EN EVAPORACIÓN	25
3.10 CAPACIDAD EN CAMARA DE SECADO (SPRAY)	26
3.11 CAPACIDAD EN ENVASE AL GRANEL	27
3.12 DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO	28

3.13	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCION	
		29
3.14	DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO	30
3.15	PROBLEMAS ENCONTRADOS	30
3.15.1	PROBLEMA 1.	30
3.15.2	PROBLEMA 2.	31
3.15.3	PROBLEMA 3.	32
3.15.4	PROBLEMA 4.	33
3.15.5	PROBLEMA 5.	33
3.15.6	PROBLEMA 6.	35
3.15.7	PROBLEMA 7.	35
3.16	RESUMEN DE PRODUCCION / % DE UTILIZACION	
	EFFECTIVA Y NOVEDADES EN PLANTA	36
3.17	ANALISIS DE LOS PROBLEMAS	37
3.18	DIAGRAMA DE PARETO	37

CAPITULO IV

4.	SOLUCION A LOS PROBLEMAS	40
4.1	DEFICIENCIA DE GENERADOR DE AIRE CALIENTE	40
4.1.1	CAPACIDAD REAL INSTALADA	40
4.1.2	DEMOSTRACION DE LA CAPACIDAD INSTALADA	

DE LA CAMARA DE SECADO SPRAY	41
4.1.2.1 PARAMETROS DE INFLUENCIA PARA DETERMINAR LACAPACIDAD	41
4.1.2.2 RELACION DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE DIESEL Y BUNKER	51
4.2 TRANSPORTE NEUMÁTICO DEFICIENTE	52
4.3 FALTA DE AGUA HELADA	52
4.4 EVAPORACION	53
4.5 CAPTACION DE POLVO	53
4.6. AREA DE EXTRACCIÓN	54
4.7 CENTRIFUGAS	55

CAPITULO V

5. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS	56
5.1 ANALISIS COSTO BENEFICIO A LA PROPUESTA POR REACTIVAR EL GENERADOR DE AIRE CALIENTE CON COMBUSTIBLE BUNKER	56
5.1.1 INVERSION REQUERIDA PARA REACTIVAR EL GENERADOR DE AIRE CALIENTE	56

5.1.2 ANALISIS COSTO BENEFICIO PRODUCCIÓN DE 20.000KG/DÍA DE CAFÉ SOLUBLE SECO	57
5.1.2.1 TASA INTERNA DE RETORNO	57
5.1.3 ANALISIS COSTO BENEFICIO PRODUCCIÓN DE 14.000KG/DÍA DE CAFÉ SOLUBLE SECO	59
5.1.3.1 TASA INTERNA DE RETORNO	59
5.2 ANALISIS COSTO BENEFICIO PARA MEJORAR EL TRANSPORTE NEUMÁTICO DEFICIENTE	61
5.2.1 INVERSION REQUERIDA	61
5.2.2 ANALISIS DE BENEFICIO	61
5.2.2.1 TASA INTERNA DE RETORNO	62
5.3 ANALISIS COSTO BENEFICIO PARA TENER SUFICIENTE AGUA HELADA PARA PRESERVAR LIQUIDO CONCENTRADO.	64
5.3.1 INVERSION REQUERIDA	64
5.3.2 ANALISIS DE BENEFICIO	65
5.5.3.1 TASA INTERNA DE RETORNO	65
5.4 ANALISIS COSTO BENEFICIO PARA CAPTACIÓN DE POLVO	66
5.4.1 INVERSION REQUERIDA PARA IMPLANTAR SISTEMA DE CAPTACIÓN DE POLVO	66

5.4.2 ANALISIS DE BENEFICIO	67
5.4.2.1 TASA INTERNA DE RETORNO	67
5.5 ANALISIS COSTO BENEFICIO PARA MEJOR CONTROL EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DE LA MATERIAPRIMA EN EXTRACCIÓN	68
5.5.1 INVERSION REQUERIDA	68
5.5.2 ANALISIS DE BENEFICIOS	69
5.5.3 ANALISIS COSTO BENEFICIO	69
5.4.2.1 TASA INTERNA DE RETORNO	70

CAPITULO VI

6. PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	71
6.1 DIAGRAMA DE GANT	71

CAPITULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
7.1 CONCLUSIONES	75
7.1.1 DEFICIENCIA DE GENERADOR DE AIRE CALIENTE	75
7.1.2 TRANSPORTE NEUMÁTICO DEFICIENTE	75
7.1.3 FALTA DE AGUA HELADA	76
7.1.4 EVAPORACION	76

7.1.5 CONTAMINACION DE POLVO	76
7.1.6 AREA DE EXTRACCIÓN	76
7.1.7 CENTRIFUGAS	77
7.2 RECOMENDACIONES	77
7.2.1 DEFICIENCIA DE GENERADOR DE AIRE CALIENTE	77
7.2.2 TRANSPORTE NEUMÁTICO DEFICIENTE	77
7.2.3 FALTA DE AGUA HELADA	78
7.2.4 EVAPORACION	78
7.2.5 CONTAMINACION DE POLVO	78
7.2.6 AREA DE EXTRACCIÓN	79
7.2.7CENTRIFUGAS	79

RESUMEN DE LA TESIS

OPTIMIZACION DE LA PRODUCCION EN LA EMPRESA ELABORADOS DE CAFE

JORGE NUÑEZ LOMAS

El presente estudio, visualiza la situación actual de la planta en su capacidad de procesar café verde como materia prima, hasta obtener café soluble seco identificando problemas y cuellos de botellas que existen y que no permiten desarrollar la capacidad instalada de la fábrica. Identificado los problemas y cuellos de botellas se darán las soluciones y recomendaciones mas solventes y convenientes para los intereses de la empresa.

Para ello, se ha realizado el análisis en cada una de las etapas del proceso, guiados por los registros de diseños de las máquinas y equipos, como también, de los datos reales producto del desarrollo de cada maquina y equipo durante el proceso, logrando establecer la capacidad instalada y la capacidad real de la planta, evidenciando que si se puede aumentar la capacidad de producción y además obtener un ahorro significativo, al realizar la inversión para lograr reactivar el equipo generador de aire caliente con combustible bunker; esta inversión se calcula será recuperada en un año. También se recomiendan otras mejoras que colaboraran para alcanzar el objetivo.

Por tanto se concluye que se puede ampliar la producción y además se tendrá una ventaja al utilizar el combustible más económico. Analizada la ventaja de aumentar la producción y la ganancia por ahorro en combustible es recomienda realizar la inversión para reactivar el equipo generador de aire caliente con combustible bunker, y además se debe considerar las otras mejoras que corroboran para mejorar la productividad.

Ing. Samaniego Mora Carlos

CAPITULO I

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA

Una vez adquirida, la fábrica que estaba paralizada por algunos años, la empresa ELCAFE inicia sus operaciones a finales del año 1990, luego de reactivar sus instalaciones y maquinarias. Su producción inicial fué de 120 toneladas mensuales de café procesado soluble.

Actualmente por la dinámica de su departamento de Comercialización se ha logrado triplicar la producción para el mercado internacional.

1.2 LOCALIZACION Y UBICACIÓN

La empresa ELCAFE se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil en la zona industrial conocida como Lomas de Prosperina en un terreno de área de 33.000m².

Si bien es cierto que la empresa no está ubicada en los centros de Producción agrícola de café, esto se equilibra por su ubicación actual ya que el sector goza de todos los servicios: electricidad (69.000V.), agua

suficiente para satisfacer al proceso, drenajes de aguas efluentes, vías de acceso pavimentadas, sistema de comunicación satelital y teléfono.

En estas instalaciones se encuentran las oficinas de Comercialización, Importación, Exportación, Administrativas, Producción, Mantenimiento, Control de Calidad, en las que se desempeñan 160 personas de las cuales 40 son funcionarios administrativos y 120 operativos.

1.3 PRODUCTO QUE PROCESA

La empresa ELCAFE se dedica a la elaboración y comercialización del Café Soluble de acuerdo a las exigencias del Mercado Internacional y empaqueta en cartones de 25 Kg para los diferentes clientes.

1.4 MERCADO QUE ATIENDE

El Producto que elabora ELCAFE tiene gran acogida en los Mercados Europeos, Americanos y Asiáticos; esto se debe entre otros aspectos a la calidad del Producto y a la disponibilidad de entrega inmediata de los pedidos.

CAPITULO II

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La empresa basa sus planes de producción en la elaboración de lotes de Café Soluble.

Se produce por Lotes debido a la diversidad de calidades que exigen los diferentes clientes ya que cada uno contiene fórmulas particulares.

Es así que cada Lote tiene un Programa de Producción de acuerdo a la cantidad y al tiempo que se solicita, al cual se le da cumplimiento.

Considerando los pedidos, se abastece de la Materia Prima (Café Verde) generalmente con 6 meses de anticipación.

Cuando se producen retrasos, debido a desperfectos en las máquinas o algún otro inconveniente se ajustan los planes de Producción.

Para el Proceso de elaboración de los lotes de Café Soluble se cuenta con lo siguiente:

- Análisis Técnico de la Materia Prima
- Equipos de limpieza y clasificación
- Equipos de Transporte neumático
- 6 Silos de almacenamiento de café limpio

- 3 Tostadores de café
- 5 Tolvas Clasificadoras
- 12 Extractores
- Tanques de Hidrólisis
- 3 Centrifugas (Clarificación del Producto)
- 1 Evaporador (Concentrador)
- Tanques de Concentrado
- 1 Cámara de Secado Spray Dry
- 1 Sala de Envase al Granel
- Equipos Auxiliares

(Anexo 1 Diagrama de Flujo del Proceso)

2.2 ANÁLISIS TÉCNICO DE LA MATERIA PRIMA

El departamento de Control de Calidad establece las diferentes calidades de café verde que intervendrán en la formula, para ello se realizan pruebas simulatorias del proceso en el laboratorio de control de Calidad.

El grano de café verde al tostarlo a temperaturas entre 180°C a 225°C ocurre la Pirolisis, que es una reacción provocada por la alta temperatura en ausencia del oxígeno, en esta reacción el grano sufre transformaciones

químicas y desarrolla sus propiedades intrínsecas como color, sabor, aroma, etc.

Pasada la reacción se denomina punto Crítico. Durante el tostado el café pierde peso y se refleja en cuatro etapas:

- a) Calor sensible con agua
- b) Calor Latente Pierde 7% de agua libre
- c) Calor Sensible sin agua
- d) Pirolisis pierde 10% de agua combinada

El paso de café verde a tostado representa una pérdida de peso de 17%, el grano de café verde tiene células de 0.4mm. que después de tostar quedan vacías y aumentan su volumen al doble de lo original.

El grado de Tostado tiene relación directa con el sabor del café, se puede distinguir el sabor según los grados de tostado; claros, medios y oscuros.

De este análisis se desprende la fórmula que se utilizará para la producción de los diferentes lotes.

2.3 EQUIPOS DE LIMPIEZA Y CLASIFICACIÓN

Para el Proceso de preparación de Materia Prima se cuenta con los siguientes componentes:

- a) Una tolva de recepción para colocar la Materia Prima que será preparada, tiene una capacidad aproximada para 1000qq. de café verde.

- b) Equipo de Pre limpieza con zarandas y mallas separa el café verde del polvo y basuras, tiene una capacidad para procesar 40qq de café verde por hora.

- c) Máquina Despedregadora que tiene una capacidad de procesar 40qq de café verde por hora.

Por medio de zarandeo eléctrico-mecánico y por la fluidez de una cama de aire con la inclinación adecuada del lecho y aprovechando las diferencias de densidades se deslizan los granos de café hacia la parte baja, las piedras ascienden y son separadas mediante caída libre a los recipientes.

- d) Molino Pulidor, tiene una capacidad de limpiar 40qq de café verde por hora, con un motor de 100HP. Saca el polvo adherido a los granos de café mediante el pulido, producto de la fricción que en la máquina se produce.

- e) Clasificadora, tiene una capacidad de procesar 40qq de café verde por hora. Constituida de zarandas vibratorias movidas por motor y ejes excéntricos y con mallas de agujeros calibrados separan el polvo, cerezas, granos enteros, granos pequeños o quebrados.
- f) Densimétrica, tiene una capacidad de procesar 40qq de café verde por hora con un recorrido del café verticalmente en una especie de túnel; por diferencia de densidad separa del café la cascarilla y el cisco.
- g) Still, tiene una capacidad de procesar 40qq por hora. Cama horizontal movida por motor y ejes excéntricos con malla y cama de aire fluido; por la diferencia de densidad separa los granos quebrados y fofos de los enteros.
- h) Balanza, constituido por una tolva cuya capacidad para pesar es de 10qq por Batch. El pesaje y el desalojo se lo obtiene de manera automática a la línea de transporte neumático.

2.4 SILOS DE ALMACENAMIENTO CAFÉ CLASIFICADO

LIMPIO

Cada silo tiene una capacidad para almacenar 600qq de café clasificado. Estos Silos están constituidos por compuertas de accionamiento neumático que cierran y abren tanto para recibir como para entregar el café verde.

El transporte se lo hace neumáticamente con la ayuda de ventiladores, succionadores y ductos metálicos.

Según los requerimientos de Materia Prima se aprovechan los Silos para almacenar y distribuir diferentes calidades de café verde, de acuerdo a la ruta de Producción.

2.5 TOSTADORES DE CAFÉ

Son equipos con las siguientes características:

- a) Un Tostador marca Jocar semi automático y de fuego directo, con sistema ecológico, tuesta 450kg. por Batch en un tiempo de 20 a 25 minutos, dependiendo este del grado de tostación requerido en cada lote.

- b) Un tostador marca Lilla semi automático y fuego directo, con sistema ecológico, tuesta 350kg. por Batch en un tiempo de 18 a 25 minutos, dependiendo este del grado de tostación requerido en cada lote.

- c) Un tostador marca Jabez Burns semi automático y fuego directo, con sistema ecológico, tuesta 200kg. por Batch en un tiempo de 20 a 25 minutos, dependiendo este del grado de tostación requerido en cada lote.

Los tres Tostadores están constituidos principalmente por un Hogar donde se realiza la combustión y la alimentación de aire que se calienta para pasar al interior de los cilindros donde el café es movido al girar estos a 35rpm, logrando una tostación uniforme del Café.

En esta fase de Tostación hay una merma del 17% en peso del café tostado con respecto al que entra, como consecuencia de la eliminación de la humedad contenida en el café.

2.6 TOLVAS PARA CAFÉ CLASIFICADO

En estas 5 tolvas se deposita el café tostado y pesado; las descargas de estas convergen a una sola balanza automática, para pesar lotes de cien kilos. Según la fórmula se programan las compuertas de salida de café y automáticamente deposita cada tolva la cantidad de café programado hasta completar los cien kilos.

El café mezclado y pesado es transportado mediante transporte neumático a otros recipientes que alimentaran a los extractores.

2.7 **EXTRACTORES**

Existen 12 extractores, divididos en dos grupos de 6, estos cilindros están contruidos en material de acero inoxidable y resisten presiones de 25 bares; con capacidad para 450kg de grano de café tostado. Los extractores están comunicados entre sí mediante tuberías y válvulas (manifold) para el flujo de agua caliente, vapor y el producto extraído (hidrólisis), que según la relación de entrada de agua produce de 1000 a 1250 lt. de hidrólisis en 30 min. con una concentración de sólidos solubles del 20% y 80% de agua en cada grupo de extractores.

La temperatura del agua debe mantenerse en 183°C porque más baja o más alta da un gusto indeseable al producto. Cuando por alguna razón se llega a hervir el agua o extracto dentro del extractor forma espuma en su interior y entra aire dañando al producto. Para cada temperatura se usa la presión indicada (Anexo 2 tabla de presión del agua).

La Hidrólisis extraída es almacenada en tanques de acero inoxidable y con chaquetas de agua helada para su conservación para continuar con el proceso.

2.8 CENTRIFUGAS

Existen 3 centrifugas que reciben el producto desde los tanques de extracción, la capacidad de flujo de cada centrífuga para clarificar es de 3500lt. por hora. Estas máquinas son especialmente diseñadas para separar los sólidos no solubles del extracto aprovechando su alta velocidad y por la fuerza centrífuga separa los sólidos contenidos. Cuando la temperatura de la hidrólisis pasa de los 35°C daña el producto y la centrífuga no separa los residuos coloidales.

Estas máquinas son totalmente automáticas y se programa su mantenimiento.

2.10 EVAPORACIÓN

El Equipo para la evaporación o concentración del producto es del tipo falling film que consta de dos calentadores, dos calandrias, dos acumuladores, un condensador.

En este equipo entra el producto con una concentración de 17°brix a 22°brix y mediante el control de las temperaturas y presiones se logra concentrar el producto hasta obtener un concentrado de 48°brix a 52°brix, una de las diferencias del extracto sin concentrar con la del concentrado es que la de este último tiene un gusto a cocido o caramelizado.

El vapor separado en el proceso se acumula en un condensador en donde se hace líquido y es desalojado directamente a los sumideros.

Todos los parámetros de temperaturas y presiones influyen en la calidad final del producto concentrado.

El Producto es almacenado en tanques de acero inoxidable refrigerado con agua helada para mantener baja la temperatura y evitar la oxidación y fermentación del extracto.

2.10 CÁMARA DE SECADO (SPRAY)

Esta cámara consiste de un cilindro de 38mt. de altura por 3mt. de diámetro en donde por su parte superior es atomizado el extracto con presión predeterminada para dar el color deseado del soluble, densidad, granulometría, humedad y producción por hora de spray. El aire caliente viaja paralelamente con el extracto atomizado en forma descendente.

La temperatura ideal del aire caliente que entra en la cámara es de 300°C para que no ocurra problemas de carbonización de soluble e incrustaciones en el cilindro y en el cono.

La temperatura de salida es controlada en función de la humedad del soluble y volumen del aire de entrada.

El generador de aire caliente que alimenta a la cámara de secado es del tipo de fuego directo y usa como combustible Diesel, por tanto se debe

controlar con anticipación y constantemente cualquier desperfecto que pueda dar mala combustión y contaminar el producto.

También se tiene en la actualidad un generador de aire caliente de mayor capacidad y de fuego directo que funciona con combustible Bunker; actualmente fuera de servicio por deficiencia de sus materiales dentro del hogar del generador.

Al final del cono del cilindro se recoge las partículas de soluble seco y caliente, y por esto, tiene una entrada adicional de aire frío y con baja humedad, para preservar al producto con una temperatura de 18°C. Se debe mantener esta temperatura con la finalidad de que al ser envasadas en las fundas plásticas no tenga gusto a plástico y se eviten la formación de grumos.

2.11 ENVASE AL GRANEL

El soluble seco cae libremente sobre una zaranda vibratoria constituida por mallas para separar el producto estándar, partículas gruesas o grumos y polvos finos que se han formado en el proceso de secado.

Clasificado el soluble estándar se recoge en recipientes de acero inoxidable cuya capacidad es de 400kg., estos se colocan sobre el cuarto de envase a granel

y depositan el producto en una tolva de almacenamiento ubicada en el cuarto de envasado donde se almacenan en cajas de cartón que en su interior tienen dos fundas plásticas, las mismas que son selladas herméticamente para evitar la entrada de humedad.

2.12 EQUIPOS AUXILIARES

Se cuenta con los siguientes equipos:

- 4 Calderos, cuya capacidad es de 1100hp de potencia.
- 2 Compresores de aire de 93cfm y 130cfm respectivamente.
- 2 Compresores para producir agua helada, 120tn. de refrigeración.
- 2 Ablandadores de agua, capacidad de 10m³ por hora cada uno.
- 2 Cisternas. Con capacidad para 500m³ de agua
- 1 Subestación Eléctrica de 5.000 MVA conectada a 69.000V.

2.13 BODEGAS PARA MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO

Bodegas para Materia Prima

Bodegas construidas en Hormigón armado con paredes de Bloques y con Ventilación adecuada con un área total de 2374m², cuya capacidad para almacenar es de aproximadamente 100.000 qq de café verde.

Bodegas para Producto Terminado

Bodegas construidas en Hormigón armado con paredes de Bloque y con ventilación adecuada con un área útil de 633m². Están instalados modulares para aprovechar el espacio aumentando su capacidad de almacenamiento en 100%.

Una Bodega nueva de construcción en Hormigón armado con paredes de Bloque y con ventilación adecuada cuya área es de 300m².

CAPITULO III

3. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCION

Todo el producto procesado actualmente en promedio es de 13.000kg. de café soluble diario, se lo comercializa inmediatamente por la gran demanda que existe, por tal razón se tomará el valor de la producción igual al valor de kilos vendidos despreciando los desperdicios y el inventario mínimo que se dispone.

3.1 MAQUINAS Y EQUIPOS DISPONIBLES PARA EL PROCESO

Las máquinas y equipos que se tiene para producir 13.000kg diarios de café soluble son:

- 3 Tostadores
- 12 Extractores
- 3 Centrifugas
- 1 Evaporador tipo falling film
- 1 Cámara de secado de Spray
- 1 Envasadora a granel

3.2 DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA

En la elaboración de café soluble o instantáneo se debe utilizar en promedio 3kg de café verde para obtener 1kg de producto terminado* .

Siendo 13.000kg diarios de promedio de Producción y se trabaja los 360 días del año (ininterrumpidamente) tenemos:

$$D_{mp/d} = 13.000\text{kg CSS/día} \times 3 \text{ kg CV/1kg CSS}$$

$$D_{mp/a} = 39.000\text{kg/día CV} \times 360 \text{ días / año}$$
$$= 14'040.000\text{kg CV/año}$$

Por tanto la disponibilidad de materia prima que debe tener la empresa es de 14.040.000kg. de café verde al año, para un requerimiento de 1.170.000kg café verde mes.

Así el departamento de compras de café debe asegurar un stock en bodegas para tres meses mínimos, lo que equivale a 3'510.000kg de café verde.

3.3 DISPONIBILIDAD DE MAQUINAS

Todas las maquinas trabajan las 24 horas del día durante los 360 días del año

disponiendo de (24hr.x360 días) 8640 hr. laborables al año, sin considerar las paralizaciones por mantenimiento preventivo y correctivo.

3.4 DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA

La empresa cuenta con el personal necesario para su proceso, dividido en tres turnos. El primer turno labora 12 horas durante 3 días; el segundo turno labora 12 horas durante 3 noches y el tercer turno descansa. Además se cuenta con el apoyo de personal Técnico de Mantenimiento y Control de Calidad.

3.5 ANALISIS DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE POR EQUIPOS

O SECCIONES

La programación se la hace una vez recibida la aceptación del cliente tanto para la calidad y cantidad requerida.

Se hace el lanzamiento de la ruta de producción por parte de control de calidad en coordinación con el departamento de Producción y visto bueno de la Gerencia Técnica (Anexo 3 Ruta de Producción).

* Norma Venezolana café Soluble o Instantáneo Proyecto COVENIN 1643:1994 numeral 4.4

Para la elaboración de los 13.000kg. de café soluble se requiere de 39.000kg del café verde como materia prima compuesto según la formula por 2 tipos de café verde con diferente grado de tostado;

-Grano de café corriente 60% color claro

-Grano robusta 40% color oscuro.

Contando con esto, se procede al lanzamiento de la producción.

3.6 CAPACIDAD DE LOS TOSTADORES

Los Tostadores laboran 22 horas diarias, las dos restantes se las consideran para el mantenimiento preventivo y cambio de turno.

El tostador Jocar tiene una capacidad instalada de 480kg cada 25 min. y la capacidad real es de 450kg cada 25 min. por batch.

Durante el día se procesan en promedio 53 batch, lo que representa 23.760kg de café verde a tostar.

El tostador Lilla tiene una capacidad instalada de 380kg cada 20 min. y la capacidad real es de 350 kg cada 20 min. por batch .

Procesándose 66 batch día, lo que representa 23.100kg. café verde a tostar.

El tostador Jabez Burn tiene una capacidad instalada de y real de 200kg por cada 20min. por batch lo que representa 13.200 kg café verde a tostar. Disponible ante la eventual falta de operación de algunos de los tostadores anteriores o mayor requerimiento de café tostado.

Lo que resulta una capacidad real total para tostar 60.060kg de café verde.

Aplicando la relación de 3 kilos de café verde sobre 1 kg de café soluble seco se tendrá una capacidad de tostado para tostar 20.020kg CSS.

Actualmente se procesa 39.000kg de café verde lo que equivale a 13.000 kg de café soluble.

3.7 PROGRAMACION EN EXTRACCION

Los doce extractores tienen una capacidad de carga de 400kg a 520kg de café tostado cada uno dependiendo de la densidad de los granos de café tostado.

El peso debe mantenerse constante en cada carga para determinar el volumen de extracto a sacar.

Alto volumen de extracción da buena granulometría y color claro al soluble;

poco volumen da color oscuro y daña la fluidez.

- a. **Tiempo de parada**, este tiempo está determinado en la ruta y controla la cantidad de extracto que se está produciendo, la producción se equilibra en los siguientes pasos del proceso. Cada extracción puede durar de 25 a 40 min.

Se debe controlar la cantidad de sólidos solubles extraídos para verificar el rendimiento que se tiene en extracción.

Una de las formas es midiendo los grados Brix que es la cantidad de sólidos solubles contenidos en el líquido.

- b. **Temperatura del agua**, la temperatura asignada por la ruta fluctúa entre 170 y 183°C, esta debe ser mantenida. De la temperatura depende la cantidad de sólidos solubles que se obtenga.
- c. **Presión y Temperatura en cada extractor**, es controlado mediante los sensores, manómetros y termómetros que tiene cada extractor. Los extractores según su secuencia tienen diferente presión y temperatura; siempre al primero se le asigna la más alta y los otros que entran en el ciclo van aminorando su presión y temperatura.

La relación de cantidad de café y flujo de agua según la ruta está en función de la carga y la cantidad de agua que debe pasar, esto es:

Si se carga 480kg de café tostado con una relación de 2.7 lit de agua /kg rinde 1.296lt. de hidrólisis con una concentración de aproximadamente 20°brix, Cada 30min que establece la ruta, obtendrá 1.296 lt de hidrólisis por línea.

La formula práctica para calcular la cantidad de café soluble seco que se obtendrá en base a la cantidad de litros de hidrólisis y los grados brix de concentración es:

$$\text{CSS} = 0.833 \times (^\circ\text{brix}/100) \times \text{lt. Hidrólisis.}$$

Ec

3.1

En donde:

CS: Café Soluble Seco

0.833: Constante calculada basándose en densidad del extracto y resultados prácticos de laboratorio.

°brix: Grados medidos con el refractómetro en la muestra. (Ver anexo 4) Tabla de equivalencia el porcentaje de Sólidos Solubles disueltos en el agua.

lt. Hidrólisis: Litros de hidrólisis

Se asume el peso de 1lt de hidrólisis equivalente a 1kg. de hidrólisis.

Luego aplicando la fórmula para obtener la cantidad de café soluble con las condiciones de la relación de entrada de agua (2.7) y el peso de la carga, se tiene:

$$\text{Lt. Hidrólisis} = \text{carga} \times 22\text{hr.}$$

Ec 3.2

$$\text{Lt. Hidrólisis} = (1296 \times 2 \text{ descargas/hora} \times 2 \text{ líneas}) \times 22\text{hr.}$$

$$\text{Lt. Hidrólisis} = (5184) \times 22\text{hr.}$$

$$\text{Lt. Hidrólisis} = 114.048 \text{ lt/día}$$

Extracción produce 114.048 lt de hidrólisis en 22 horas, aplicando la ecuación 3.1 tenemos:

$$\text{CSS} = 0.833 \times (0.165) \times 114.048 \text{lt.}$$

(Según anexo 4, los 20°brix equivale a 16,5% de sólido soluble.)

$$\text{CSS} = 0.833 \times \frac{165}{100} \times 114.048 \text{ lt.}$$

$$\text{CSS} = 0.833 \times 0.165 \times 114.048 \text{ lt.}$$

$$\text{CSS} = 0.14 \times 114.048 \text{ lt.}$$

$$\text{CSS} = 15.966 \text{ kg}$$

Por lo tanto en extracción se tendría una capacidad para procesar 15.966kg CSS y con el aumento de los 6 extractores que están en proyecto se alcanzará a producir el equivalente a 23949 kg/día CSS.

Como se señaló en el punto 3.1 actualmente se procesan aproximadamente 13.000 kg de CSS.

Por lo que para aprovechar más eficientemente la capacidad de extracción, se está implementando la instalación de una línea adicional de 6 extractores. Con lo que se ampliaría la capacidad de extracción en un 50%, dando una capacidad de 23.949kg CSS.

3.8 CAPACIDAD EN CENTRIFUGAS

Las tres centrifugas tienen una capacidad instalada, para clarificar, de 3500 litros por hora de hidrólisis cada una. Y una capacidad real promedio de 2041 litros por hora de hidrólisis a 20°brix.

$$\text{Clarificación} = 2041\text{lt/hr} \times 3 \text{ Centrifugas} = 6123 \text{ lt/hr}$$

Centrifugas producen 146.952lt de hidrólisis en 24 horas, aplicando la ecuación 3.1 tenemos:

$$\text{CSS} = 0.833 \times (20^\circ\text{BRIX}) \times 146.952 \text{ lt.}$$

20°brix equivalen a 16,5% sólidos solubles.

$$\text{CSS} = 0,833 \times \frac{165}{100} \times 146.952$$

$$\text{CSS} = 0,14 \times 146.952$$

$$\text{CSS} = 20500 \text{ kg/día}$$

Por lo tanto puede producir el equivalente de 20.500kg/día de café soluble seco.

Esta en proceso la adquisición de una nueva centrifuga lo cual incrementaría con 6.123 lt / h de hidrólisis centrifugada para procesar.

Con esta nueva centrífuga se podrá producir el equivalente a 26.623 kg de café soluble seco por día.

3.9 CAPACIDAD EN EVAPORACIÓN

La capacidad instalada del evaporador tipo falling film de dos efectos es de un flujo de entrada entre 6500 o 7000 lt. de hidrólisis con concentración de 17°brix a 20°brix y con una salida de 48 a 52°brix de concentración.

En la tabla No 1 se demuestra la capacidad según la entrada de hidrólisis y la cantidad de agua evaporada para obtener el producto seco.

a) Con un flujo de entrada de 7.000 litros por hora de hidrólisis con concentración de 20°brix.

TABLA No. 1

Efectos	Entrada	% de	Salida	% de	Agua	Soluble
	Hidrólisis	Sólidos	Hidrólisis	Sólidos	Evaporada	Seco
	<i>litros/hora</i>	<i>%</i>	<i>litros/hora</i>	<i>%</i>	<i>litros/hora</i>	<i>Kg./hor</i>
Primer Efecto	7.000 (20°brix)	16.5	5.577 (25°brix)	20.7	1.422	962

Segundo Efecto	5.577 (25°brix)	20.7	2.696 (50°brix)	42.8	2.880	962
-----------------------	--------------------	------	--------------------	------	-------	-----

Considerando un flujo de 7.000lt/hr se puede producir 962 kg/h.

De ser necesario se puede aumentar el flujo de entrada hasta 8.000litros /h

Por lo tanto puede producir 20.240kg de café soluble seco.

3.10 CAPACIDAD EN CAMARA DE SECADO (SPRAY)

La cámara tiene una capacidad instalada para producir 21.400 kg/día de soluble seco lo cual será demostrado posteriormente y una capacidad real de 13.000 kg/día de soluble seco.

La cámara de Secado Spray tiene limitada su capacidad porque el actual generador de aire caliente de fuego directo con combustible diesel puede secar hasta 14.000 kg/día de soluble.

Por lo tanto actualmente produce 13.000kg/día de café soluble seco.

3.11 CAPACIDAD EN ENVASE AL GRANEL

Se poseen 10 recipientes contruidos en acero inoxidable cuya capacidad para almacenar es de 450 kg.

Debajo de la cámara del spray se recibe el soluble seco tamizado con la partícula cuya granulometría se ha establecido. Estos recipientes son trasladados a un piso superior y por gravedad depositan el producto a otro contenedor estático desde el cual mediante una válvula manual se llenan las fundas plásticas que están contenidas en los cartones de capacidad para 25 kg. Las fundas plásticas son selladas herméticamente y los cartones cerrados y sellados con pegamento.

Cada uno con su respectivo código para ser ubicados en los sitios que corresponda en las bodegas listos para ser distribuidos y embarcados.

3.12 DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO

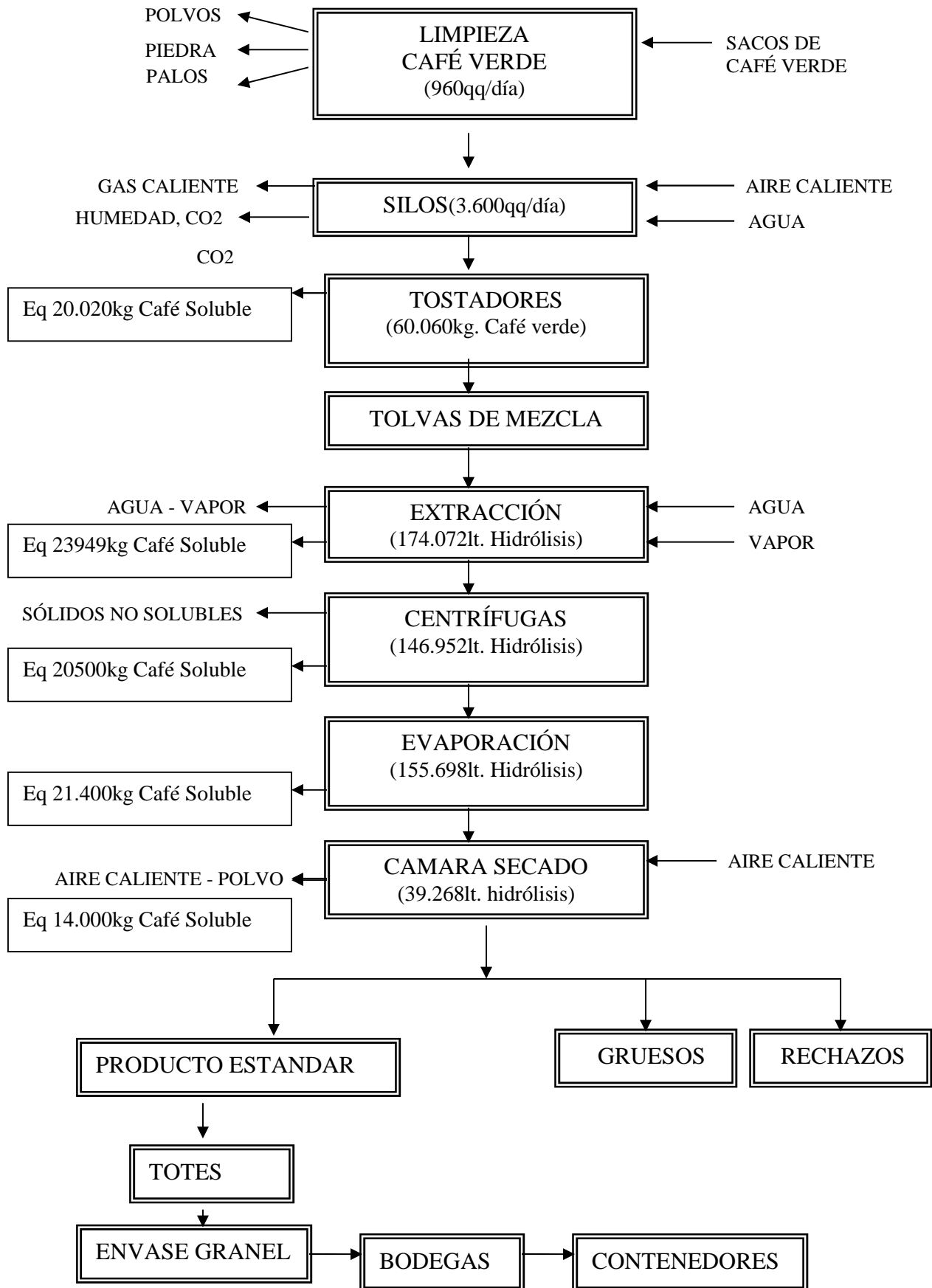
DIAGRAMA OPERACIONAL

RESUMEN

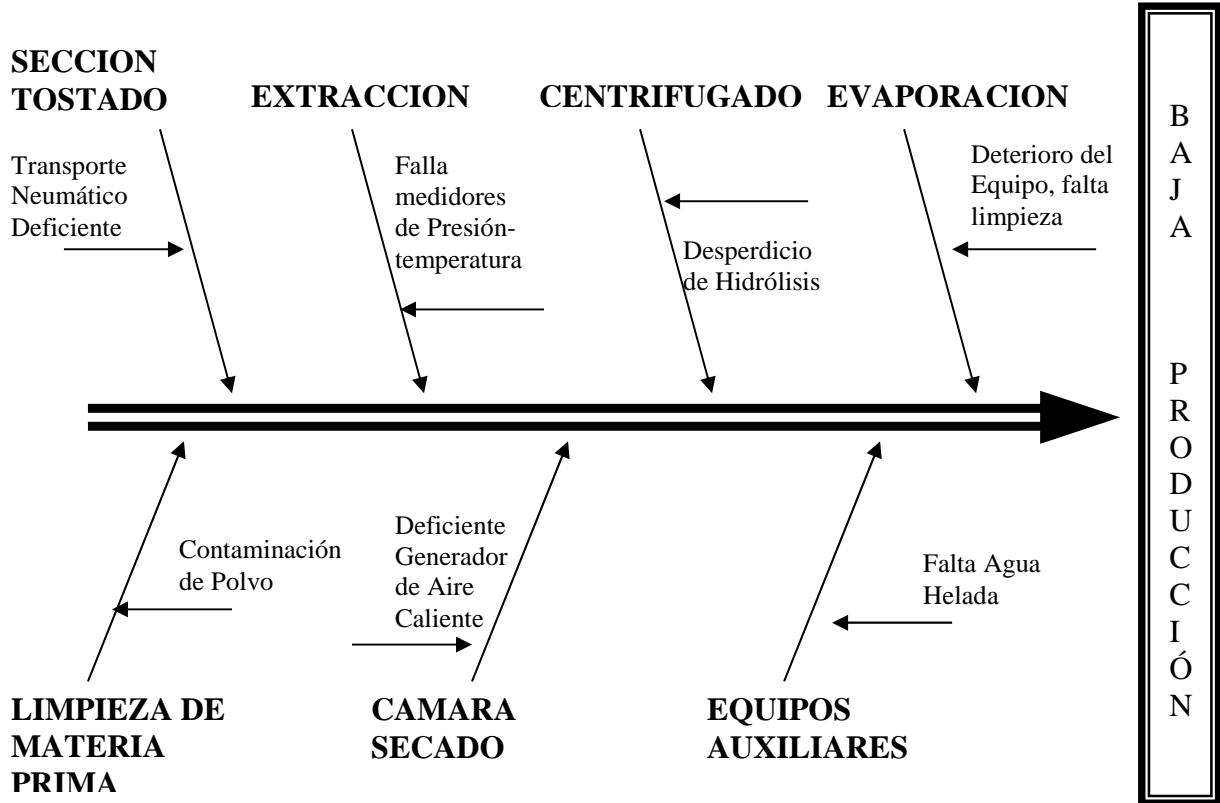
Objetivo: Fabricación de Lote de Soluble	ACTIVIDAD	Simb.	ACT
	Operación	○	11
Actividad: Elaboración de Lote de Café Soluble para Exportación Lugar: Planta de Producción	Transporte	⇒	7
	Espera	△	0
	Inspección	□	6
	Alm.	D	4
	TOTAL		28

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO					OBS.
	○	⇒	□	△	D	
Limpieza de Materia Prima						
Verifica peso de Materia Prima			●			
Verifica estado de Materia Prima			●			
Transporte hacia los Silos		●				
Almacenamiento temporal					●	
Transporte hacia los Tostadores		●				
Peso de M.P. por batch	●					
Tostado	●					
Verificación del color del Tostado			●			
Verificación del peso			●			
Transporte a las Tolvas de café clasificado		●				
Pesaje de las mezclas	●					
Transporte a los extractores		●				
Extracción	●					
Almacenamiento en tanques				●		
Clarificación por Centrifugado	●					
Almacenamiento temporal en tanques					●	
Evaporación	●					
Almacenamiento en tanques					●	
Transporte hacia las Toveras Atomizadoras		●				
Secado del extracto (Spray)	●					
Recolección del Soluble Seco en Totes	●					
Transporte a Envasamiento		●				
Envasado en fundas colocadas en Cajas	●					
Pesaje de las cajas	●					
Inspección de Calidad			●			
Transporte a Bodegas de Producto Terminado		●				
Almacenamiento en Bodega					●	

3.13 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCION



3.14 DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO



3.15 PROBLEMAS ENCONTRADOS

3.15.1 PROBLEMA 1.

Definición.- Deficiencia de Generador de aire caliente

Origen.- Falta de Presupuesto.

Causa.- Generador de aire caliente con más capacidad en mal estado

Efecto.- Limita la Producción

La cámara de secado de spray es un cuello de botella, porque puede producir únicamente 583 kg/hora, o sea 14.000kg/día, debido a que el

generador de aire a diesel está produciendo a su máxima capacidad, a pesar que por su volumen de 270.5m^3 (medidas tomadas en planta) la cámara tiene capacidad para procesar 894 kg/hora de café soluble.

En el edificio donde está ubicada la cámara de secado del spray, está ubicado otro generador de aire caliente que se demostrará mediante cálculos que es de mayor capacidad para generar aire caliente para el secado y además utiliza como combustible el bunker (oil No 6) que en los actuales momentos tiene un costo de 0,50 centavos de dólar.

Este calentador no se lo utiliza por fallas en su forro metálico ubicado en el interior del hogar y que sirve para transferir calor en el lado exterior de este forro.

Las perforaciones que tiene esta plancha es debido a que está en contacto directo con el fuego con el peligro de que este aire caliente producto de la combustión contamine al aire que pasa por la cámara posterior y en consecuencia pasen residuos metálicos y gases de combustión.

3.15.2 PROBLEMA 2.

Definición.- Transporte de Café Tostado muy lento

Origen.- Falta Presupuesto

Causa.- Equipos de baja capacidad

Efecto.- Demora. Es un cuello de Botella.

Una vez terminado el batch o parada del los tostadores Jocar y Lilla se desaloja los 450 y 350 kg de café tostado respectivamente desde las tinas de cada tostador hasta las tolvas de mezcla. Como existe un solo succionador y este se demora en desalojar de cada tina dependiendo de la densidad del grano de café tostado, llegan momentos en que se retrasan los batch de los tostadores por estar llenas las tinas, llegando a calcular que existe un 10% de deficiencia que repercute en el resultado final del proceso.

3.15.3 PROBLEMA 3.

Definición.- Falta de agua Helada

Origen.- Falta Presupuesto

Causa.- Equipo inhabilitado

Efecto.- Limita la Producción de Hidrólisis por no tener agua helada para preservar.

El compresor que funciona actualmente no tiene la capacidad para el requerimiento actual, y existe un compresor paralelamente instalado sin uso.

3.15.4 PROBLEMA 4.

Definición.- Deterioro del equipo, falta limpieza

Origen.- Falta de Recursos económicos.

Causa.- Taponamientos de tuberías de intercambiador

Efecto.- Merma de Capacidad

Los tubos de los intercambiadores o calandrias del evaporador falling film debido a su trabajo tienen incrustaciones de sólidos, lo que provoca taponamiento de los mismos. Cuando se quiera utilizarlo para lograr la máxima capacidad de producción, con esta deficiencia, no tendrá la misma eficacia; se habrá mermado su capacidad.

Estos tubos son muy delicados y para destaparlos se utiliza varillas de acero para baquetearlos, que en algunos casos han perforado los tubos y estos hay que taponarlos definitivamente.

3.15.5 PROBLEMA 5.

Definición.- Excesiva Polvareda en el área de limpieza.

Origen.- Falta de Recursos Económicos.

Causa.- Deficiencia en la recolección de polvos

Efecto.- Contaminación Ambiental

La generación de polvo específicamente está dada en la sala de limpieza de la materia prima, café verde.

La mala captación de los polvos que existe actualmente genera polución de los mismos que contamina todo el ambiente, llegando en el peor de los casos a asentarse nuevamente en el producto limpio que está listo para enviarlo al proceso.

Según inspecciones realizadas estos polvos están saliendo fuera de los linderos de la fábrica hacia las zonas de influencias. Esta contaminación, en algún momento puede repercutir con el pago de multas, o alguna otra sanción más drástica proveniente de los organismos del estado, que controlan estas anomalías.

La contaminación afecta de manera directa especialmente a los operarios de esa sección así como también a las personas de áreas aledañas. La contaminación de polvo llega hasta las cajas de producto listo para exportar, con el consiguiente peligro que lleguen hasta los clientes finales en el extranjero, lo cual podría ser observado y pongan al producto fuera de competencia, perdiendo clientes o produciéndose la caída en los precios del producto.

3.15.6 PROBLEMA 6.

Definición.- Reemplazar equipos de medición Presión-Temperatura en Extracción

Origen.- Falta de Presupuesto

Causa.- Equipos actuales instalados analógicos se dañan continuamente

Efecto.- Pérdida de cantidad de producto y riesgos en la calidad del mismo.

Se observa que en las líneas de los extractores fallan los instrumentos de medición que son los manómetros y termómetros analógicos, los primeros se descalibran con mucha frecuencia dando lecturas falsas y los termómetros que son de vidrio frecuentemente se quiebran, lo cual hace que se pierda el control de los parámetros de la ruta de producción que impone el control de calidad tanto para mantener la calidad del producto y la optimización del rendimiento de la materia prima.

3.15.7 PROBLEMA 7.

Definición.- Hidrólisis desperdiciada en las descargas de centrífuga.

Origen.- Falta de Presupuesto

Causa.- Recipientes de recepción inadecuados

Efecto.- Perdida de Hidrólisis.

Las tres Centrífugas hacen descargas cada 4 minutos, esto significa, que hacen el desalojo de los sólidos no solubles al tanque de fango y en el va mezclado con liquido concentrado. Al realizar el desalojo de los sólidos no hay un método para recuperar este liquido, que se ha comprobado que diariamente se desecha un promedio de 0,1% de litros de líquido con un grado brix de 20. Como procesará 146.952 lit/día se tendrá una perdida de 147 litros diarios, aplicando la fórmula 3.1 se tiene:

$$\text{CSS} = 0,833 \times 0,165 \times 52.902\text{lit/año}$$

$$\text{CSS} = 7.271 \text{ kg equivalente de café soluble seco al año de desperdicio}$$

3.16 RESUMEN DE PRODUCCION / % DE UTILIZACION EFECTIVA Y NOVEDADES EN PLANTA

Para realizar este análisis se han tomado datos de diferentes días en un mes del presente año.

Tabla 4.2 RESUMEN DE PRODUCCION /% DE UTILIZACION EFECTIVA Y NOVEDADES EN PLANTA

SECCION IA	TOSTION CAFÉ VERDE		EXTRACCION CAFÉ TOSTADO		CENTRIFUGA HIDRÓLISIS		EVAPORACION CONCENTRADO		SECADO SOLLEJE SECO			NOVEDADES
	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%(14000)*	%(21400)^	
01-Jun02	3920	6527	3555	77,05	5003	64,09	9416	61,45	1307	9539	61,05	CAPODOIDE SECCAO
02-Jun02	3920	6304	3173	75,70	9282	63,08	9176	59,94	1240	91,00	59,53	CAPODOIDE SECCAO
03-Jun02	4160	6953	3651	87,76	10277	68,92	10284	64,00	1300	91,45	60,05	CAPODOIDE SECCAO
04-Jun02	2740	4509	2275	53,92	6548	45,29	6882	42,31	947	65,38	42,74	DANOS SUGCCION TOSTADO
05-Jun02	4530	6920	3465	61,05	10792	65,39	9984	64,09	1366	91,95	64,74	CAPODOIDE SECCAO
06-Jun02	4530	6105	3621	61,25	10265	68,24	9980	63,76	1366	91,45	64,41	CAPODOIDE SECCAO
07-Jun02	4930	6985	3689	62,43	10738	69,23	10720	64,09	1366	91,83	65,34	CAPODOIDE SECCAO
08-Jun02	2560	42,42	2143	59,07	6134	42,05	6176	59,29	0467	60,67	39,09	EXTRACCION FALTA AGUA HELADA
09-Jun02	4745	6251	3646	62,08	10240	68,09	10228	64,37	1395	91,39	65,02	CAPODOIDE SECCAO
10-Jun02	4830	6175	3489	62,31	10592	61,13	10576	64,00	1366	91,74	65,25	CAPODOIDE SECCAO
11-Jun02	4530	6103	3612	61,23	10238	68,23	9926	63,75	1360	91,43	64,39	CAPODOIDE SECCAO
12-Jun02	4120	61,45	3489	60,40	9825	67,36	9827	63,41	1307	97,90	64,05	CAPODOIDE SECCAO
13-Jun02	4530	61,91	3654	61,38	10380	68,31	9886	63,08	1397	91,55	64,47	CAPODOIDE SECCAO
14-Jun02	4530	61,76	3629	61,55	10061	68,15	9940	63,09	1367	91,33	64,33	CAPODOIDE SECCAO
15-Jun02	3656	59,91	2886	60,08	7453	50,45	7342	47,15	1092	72,90	47,63	DANOS TOSTADOR
16-Jun02	4530	61,05	3629	61,27	10307	68,26	9904	63,76	1307	91,40	64,42	CAPODOIDE SECCAO
17-Jun02	4160	61,51	3455	60,65	9967	67,91	9880	63,45	1377	97,08	64,10	CAPODOIDE SECCAO
18-Jun02	4830	69,08	3626	62,23	10465	69,07	10460	64,54	1360	91,64	65,19	CAPODOIDE SECCAO
19-Jun02	4830	62,71	3632	62,27	10544	69,10	10328	64,57	1367	91,69	65,22	CAPODOIDE SECCAO
20-Jun02	4830	69,08	3626	62,23	10465	69,07	10460	64,54	1360	91,64	65,19	CAPODOIDE SECCAO

*LA CAPACIDAD DE SECADO SE LA DETERMINA EN FUNCION DE LA SITUACION ACTUAL QUE ES DE 14.000 KG/DIA

^ POSIBLE CAPACIDAD HABITANDO EL CIRO GENERAL CX DE AIRE CALIENTE

3.17 ANALISIS DE LOS PROBLEMAS

Según el resumen de producción (tabla No 2) se tiene que la falta de capacidad de secado es lo que más a diario influye en el rendimiento y utilización efectiva del proceso; presentándose como es normal en cualquier actividad situaciones de daños o averías: Daño en tostadores y falta de agua helada (por daño de compresor) que no son críticos para la actividad de la empresa.

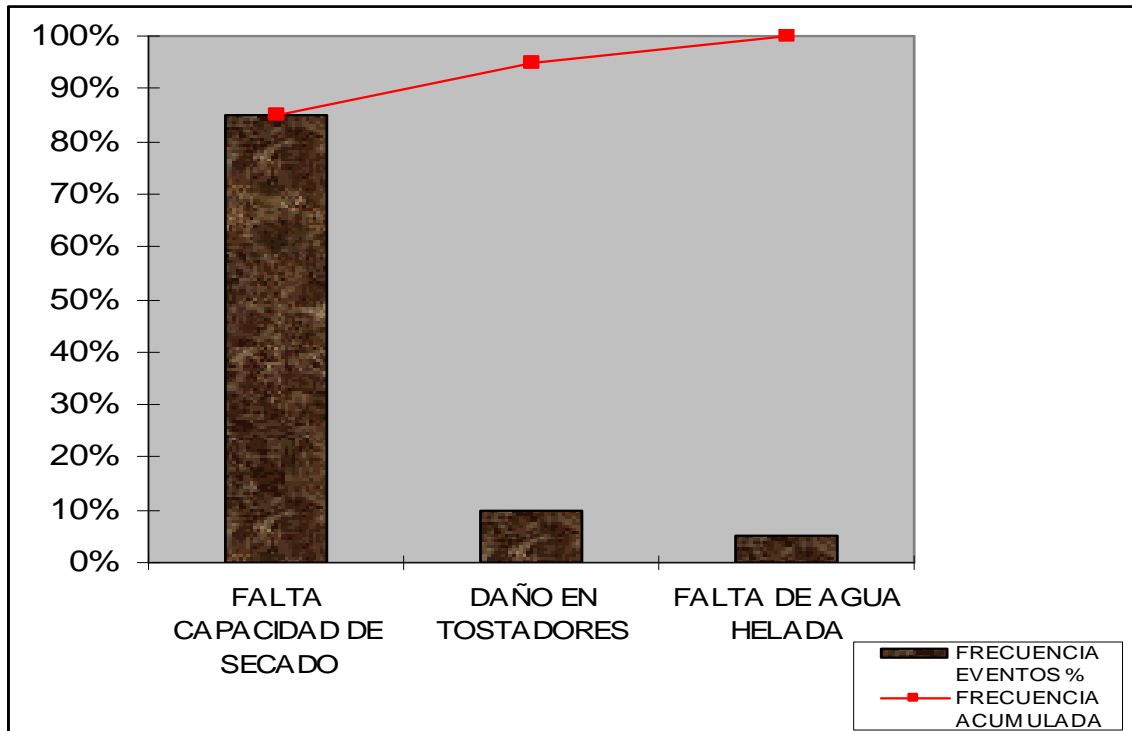
De los 20 días de observación y registro de datos se tiene:

TABLA No 3

PROBLEMA	PROMEDIO DE UTILIZACION EFECTIVA%		FRECUENCIA EVENTOS	FRECUENCIA EVENTOS%	FRECUENCIA ACUMULADA
	%(14000)	%(21400)			
FALTA CAPACIDAD DE SECADO	98,17	64,22	17	85%	85%
DAÑO EN TOSTADORES	69,07	45,18	2	10%	95%
FALTA DE AGUA HELADA	72,80	47,63	1	5%	100%

3.18 DIAGRAMA DE PARETO

En base al análisis de los problemas y la estimación de las frecuencias y porcentajes, se puede elaborar el diagrama de Pareto de la siguiente manera:



CAPITULO IV

4. SOLUCION A LOS PROBLEMAS

4.1 DEFICIENCIA DE GENERADOR DE AIRE CALIENTE

4.1.1 CAPACIDAD REAL INSTALADA

La capacidad instalada de la planta de proceso de café soluble esta definida por la capacidad de procesamiento en cada una de las etapas lo que se resume en la siguiente tabla:

TABLA No4

Sección	CAPACIDAD INSTALADA Equivalente Para Obtener Producción Café Soluble
<i>Tostado</i>	20.020 Kg.
<i>Extracción</i>	23.949 Kg.
<i>Centrífugas</i>	20.500 Kg.
<i>Evaporación</i>	20.240 Kg
<i>Cámara Spray</i>	14.000 Kg

Según la tabla No 4 se observa que la capacidad real podría aumentarse a producir 20.000 Kg día de café soluble seco, se reduce la producción a 14.000 Kg / día de café soluble seco; debido a la limitación en la Cámara de Secado Spray.

4.1.2 DEMOSTRACION DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE LA CAMARA DE SECADO SPRAY

La capacidad de la cámara de secado de soluble está dada por las condiciones de diseño y volumen (270.5 m³.) tiene relación con la caída de temperatura del aire de proceso, permaneciendo constante la demanda de energía térmica.

4.1.2.1 PARAMETROS DE INFLUENCIA PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD

A) CONCENTRADO

El líquido de concentrado a procesar mediante atomización con su respectivo grado de abertura, debe, además tener un promedio de 50° brix; concentración

obtenida en el evaporador, según Anexo 4 equivale a 42.8% de sólidos solubles y 57.2% de agua. Para lograr la atomización del concentrado se cuenta con una bomba de desplazamiento positivo cuya presión varía hasta 25 bares.

B) TIEMPO DE RESIDENCIA DE LAS PARTÍCULAS

El tiempo de contacto entre partículas de concentrado y gases calientes, tienen relación con las transferencias de calor y masa, y el secado del sólido contenido en la partícula de concentrado.

El tiempo de contacto aumenta a medida que:

- a) Disminuye la temperatura del aire caliente a la entrada a la cámara,
- b) Crece el tamaño de la partícula, aumenta el contenido de agua inicial.

Generalmente el tiempo de residencia de la partícula dentro de la cámara en sistemas similares de secado de café es menor a 30 segundos, en la práctica, el tiempo óptimo es de 28 segundos.

C) CAPACIDAD DE EVAPORACIÓN DE AGUA EN LA CÁMARA DE SECADO.

La capacidad de evaporación del agua contenida en el producto concentrado tiene relación directa con el volumen de la cámara (v_c) y es inversamente proporcional al tiempo de permanencia de la partícula en la cámara (t_s).

D) FORMULA PARA CALCULAR LA MASA DE AGUA EVAPORADA.

$$m_{ae} = \frac{3600 \times C_{ea} \times V_c (t_{ing} - t_{sali}) \eta_{secador}}{CL_{va} \times V_c \times t_s} \quad (3.1)$$

Donde :

m_{ae} = Masa de agua evaporada Kg/h.

C_{ea} = Calor específico del aire a temperatura de proceso kj/ kg – k°

V_c = Volumen de la cámara de secado m³.

t_{ing} = Temperatura del aire caliente al ingreso a la cámara °C

t_{sali} = Temperatura salida de la cámara °C.

$\eta_{secador}$ = Eficiencia del secador %

CL_{va} = Calor latente de vaporización del agua.

V_c = Volumen específico del aire de proceso m³/kg.

t_s = Tiempo de residencia en segundos.

Para obtener la tabla 5 se considera los siguientes parámetros.

$$t_s = 28 \text{ seg.}$$

$$t_{ing} = 300 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{sali} = 120 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$V_c = 270.5 \text{ m}^3$$

$$\eta_{secador} = 0.6$$

$$CL_{va} = 2260 \text{ kJ/kg.}$$

$$c_{ea} = 1.04 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{k a } 300^\circ\text{c.}$$

Si tenemos un líquido concentrado cuyo grado brix sea de 50; según anexo 4 tiene 42.8% de sólidos solubles y 57.2% de agua.

Los flujos másico de líquido concentrado y café soluble son:

$$m_{con} = m_{ac} + m_p \quad (3.2)$$

$$m_p = 0.428 m_{con.}$$

Donde:

$$m_{con} = \text{Flujo másico de concentrado (kg/h)}$$

$$m_p = \text{Flujo másico de producto seco (kg/h)}$$

Si es mayor la temperatura del aire que entra en la cámara mayor flujo másico de agua evaporada desprenderá del líquido concentrado, en consecuencia se incrementará el flujo másico de café soluble.

E) CUADRO DEMOSTRATIVO DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ SOLUBLE SECO EN FUNCION DEL TIEMPO DE RESIDENCIA; DE LOS GRADOS BRIX Y CANTIDAD DE AGUA EVAPORADA.

TABLA No 5

Tiempo de Resistencia s.	Flujo Másico Agua Evaporada Kg/h	Flujo Másico Concentrado Brix 45°	Flujo Másico Soluble Seco Kg/h	Flujo Másico con Concentrado Kg/h	Flujo Másico Soluble Seco Kg/h
27	1194.7	1930.1	735.40	2122	927
28	1152	1861.1	709.10	2046.20	894.20
29	1112.30	1797	684.60	1975.7	863.40
30	1075.20	1737	661.80	1909	834.20

Breve Explicación para determinar los datos de la tabla No 5

Partimos de la fórmula:

$$m_{con} = m_{ae} + m_{producto}$$

$$m_{producto} = \% \text{ de sólidos} \times m_{con}$$

Según Anexo 4 los 45° Brix obtenidos en el refractómetro equivalen a 38.1% de sólidos solubles; 61.9% de agua.

Ejemplo: Si el tiempo de permanencia de la partícula es de 27 s. y se va a procesar 735 kg/h de producto seco la masa de concentrado será:

$$m_{\text{con}} = m_{\text{producto}} / \% \text{ de sólidos}$$

$$m_{\text{con}} = 735 / 0.381$$

$$m_{\text{con}} = 1929.13 \text{ kg/h}$$

$$m_{\text{ae}} = m_{\text{con}} - m_{\text{producto}}$$

$$m_{\text{ae}} = 1929.13 - 735$$

$$m_{\text{ae}} = 1194.13 \text{ kg/h}$$

Si se quiere obtener la misma cantidad de agua evaporada pero a 50° Brix medidos en el refractómetro y que equivalen según anexo 4 a 42.8% de sólidos solubles y por tanto 57.2% de agua.

$$m_{\text{con}} = m_{\text{ae}} + m_{\text{producto}}$$

$$m_{\text{con}} = 1194 + m_{\text{producto}}$$

1194 kg/h equivale al 57.2% de agua por tanto el 42.80% equivalen a 893 de producto seco, reemplazando en la fórmula masa de concentrado es igual a:

$$m_{\text{con}} = 1194 + 893$$

$$m_{\text{con}} = 2087 \text{ kg/h}$$

F) CANTIDAD DE AIRE CALIENTE

El flujo volumétrico de aire caliente para el proceso de secado en la cámara es igual a:

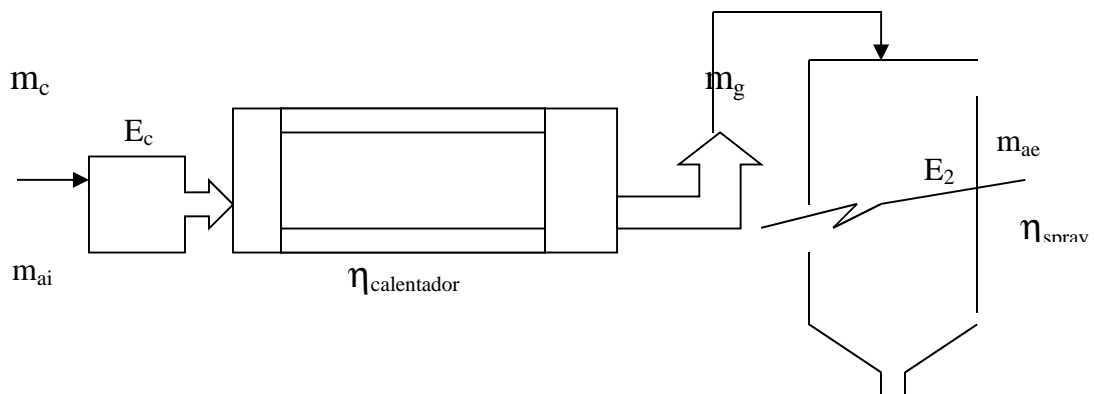
$$V_{ac} = 245 \text{ m}^3 / \text{min.}$$

V_{ac} = Volumen de aire caliente.

El flujo de aire caliente dentro de la cámara va paralelo con el extracto atomizado y concurrente en la misma dirección.

G) CONSUMO DE COMBUSTIBLE

La energía térmica a ser suministrada por el combustible al aire del proceso se evalúa a continuación.



La energía requerida está en función de la eficiencia que tenga el calentador y hacemos la siguiente relación:

$$E_c = E_2 / \eta_{calentador}$$

$$E_c = 8'344.615 \text{ Kj / h}$$

Donde

E_c = Energía de combustible (Kj / h)

$\eta_{\text{calentador}}$ = Eficiencia del calentador 60 %

La energía de combustible que se debe suministrar al calentador de aire es:

$$8'344.615 \text{ Kj / h}$$

✓ ***Flujo Másico de Combustible***

El flujo másico de combustible necesario para calentar el aire de proceso se calcula de la siguiente manera:

$$E_c = m_c \text{ PCI}$$

$$m_c = E_c / \text{PCI}$$

$$m_c = \frac{8'344.615 \text{ Kj / h}}{42.270 \text{ Kj / Kg}}$$

$$m_c = 197.41 \text{ Kg / h}$$

Donde:

m_c = Flujo másico de combustible

PCI = Poder calorífico inferior de combustible 155.976 kj/gal.

Considerando la densidad del combustible de $976 \text{ Kg} / \text{m}^3$ el flujo volumétrico de combustible es de 53.39 gal/h .

Demostración:

Considerando la densidad del combustible: $976 \text{ Kg} / \text{m}^3$

Para obtener $\text{Kg} / \text{galones}$

$$976 \text{ Kg} / \text{m}^3 \times 1\text{m}^3 / 264,169 \text{ gal.}$$

$$3,69 \text{ kg} / \text{gal}$$

Conversión de la densidad a kg/gal :

$$197.41 \text{ kg/h} / 3.69\text{kg/gal}$$

$$53.39 \text{ gal/h}$$

Entonces el consumo para producir 20.000kg/día CSS es de 53.39 gal/h de Bunker.

Por datos estadísticos se concluye que el consumo de combustible en el generador de aire que consume diesel es de 35gal/h cuando produce 13.000kg/día de café soluble.

Por lo tanto la solución inmediata es reactivar el generador de aire caliente con combustible Bunker, para lo cual se debe importar la plancha según las características físicas y químicas que constan en el anexo 5(Características Titanium Grade 2).

4.1.2.2 RELACION DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE DIESEL Y BUNKER

El generador de aire caliente que utiliza diesel consume aproximadamente 700 gal/día para una producción de 10.000 kg/día de café soluble.

$$\frac{700 \text{ gal. Diesel}}{24 \text{ horas}} = 29 \text{ gal. / h}$$

$$\frac{10.000 \text{ Kg.}}{24 \text{ horas}} = 417 \text{ Kg. / h.}$$

La relación de consumo de Diesel será:

$$\frac{29 \text{ gal./ h.}}{417 \text{ Kg / h.}} = 0.07 \text{ gal./ Kg de soluble seco}$$

El generador de aire caliente que utiliza Bunker según lo demostrado consume aproximadamente 1272 gal./día para una producción de 21.000 kg / día de soluble seco.

Para una producción de 10.000kg/día se consume 605,7 gal/día

Al utilizar combustible Bunker se consumirá:

$$\frac{605.71 \text{ gal. bunker}}{24 \text{ horas}} = 25.24 \text{ gal. / h}$$

$$\frac{10.000 \text{ Kg}}{24 \text{ horas}} = 416,66 \text{ kg / h.}$$

La relación de consumo será:

$$\frac{25.24 \text{ Gal./ h.}}{416,66 \text{ Kg / h}} = 0.0605 \text{ gal./ Kg de soluble seco}$$

El costo de galón combustible Diesel es 0.70 ctvos/gl

El costo de galón combustible Bunker es 0.50 ctvos/gl

Cuadro demostrativo del Consumo del Combustible Diesel y Bunker vs. Producción de Soluble Seco y su diferencia de Costo.

En la tabla No6 se observa que a medida que se aumenta la producción el ahorro del gasto por combustible al usar Bunker es significativo.

TABLA NO 6

COMBUSTIBLE	Secado de café Soluble (kg/día)	COSTO POR GALON (usd)	RELACION DE CONSUMO gl./día	COSTO (gl./día)	COSTO COMBUSTIBLE AÑO
BUNKER	10.000	0,5	605	302,525	108.909
DIESEL	10.000	0,7	700	490	176.400
AHORRO ANUAL					67.491
BUNKER	12.000	0,5	726	363	130.680
DIESEL	12.000	0,7	840	588	211.680
AHORRO ANUAL					81.000
BUNKER	14.000	0,5	847	423,5	152.460
DIESEL	14.000	0,7	980	686	246.960
AHORRO ANUAL					94.500
BUNKER	16.000	0,5	968	484	174.240
DIESEL	16.000	0,7	1120	784	282.240
AHORRO ANUAL					108.000
BUNKER	20.000	0,5	1210	605	217.800
DIESEL	20.000	0,7	1400	980	352.800
AHORRO ANUAL					135.000
BUNKER	21.000	0,5	1270,5	635,25	228.690
DIESEL	21.000	0,7	1470	1029	370.440
AHORRO ANUAL					141.750

Por lo tanto se debe realizar la inversión 50.000 dólares costo que incluye la plancha de acero, soldadura y mano de obra.

4.2 TRANSPORTE NEUMÁTICO DEFICIENTE

La solución para aprovechar la capacidad total de los tostadores es implementando otro succionador de café tostado de iguales características al que actualmente se encuentra funcionando que será instalado para uno de los dos tostadores.

El trabajo de construcción y montaje se lo puede realizar con el personal de planta, previa adquisición del motor eléctrico y materiales.

Confección de ventilador succionador, con eje completo, tuberías, adquisición de motor y poleas. Costo de la inversión; 13.700 dólares.

4.3 FALTA DE AGUA HELADA

Existe un compresor de Amoniaco (NH_3) con una capacidad de 70 toneladas de refrigeración. La succión y la descarga del compresor está conectado al sistema que actualmente está funcionando. Para poner en marcha este compresor se le debe realizar un chequeo en sus partes mecánicas y controles; reactivar una torre de enfriamiento para utilizarlo con el condensador y habilitar así este compresor para reforzar la capacidad de refrigeración.

- ✓ Reparación mecánica y eléctrica
- ✓ Condensador evaporativo
- ✓ Adquisición de Chiller
- ✓ Tuberías, instalación eléctrica

Costo de la inversión 59.000 dólares. Este trabajo se lo puede realizar con el personal de planta.

4.4 EVAPORACION

Como resultado de la experiencia se debe planificar el mantenimiento de limpieza mecánica de los tubos del intercambiador de calor cada quince días con un mínimo de paralización de 6 horas. Así se conservaran las tuberías libres de incrustaciones, mejorará la capacidad y el rendimiento.

4.5 CAPTACION DE POLVO

Se debe implementar un proyecto el cual diseñe, cotice, adquiera, fabrique y monte, con las debidas instrucciones de operación de equipos que funcionaran rutinariamente y se colocaran en los puntos donde se generan los polvos; con el propósito de captar todo el polvo de manera continua. Una vez recolectado el polvo eliminar hacia los desechos fuera de la planta en los basureros calificados para este propósito. Con esto se mantendrán todas las áreas libres de polvo.

La maquinaria consistirá específicamente en todos los casos de:

- Ventilador y ciclón
- Captación con ventilador y filtros de mangas
- Juegos de ductos para captar y trasladar los polvos desde el origen

Considerar para todos los casos anteriores la instalación del sistema eléctrico.

Costo estimado total 43.200 dólares.

4.6. AREA DE EXTRACCIÓN

Para garantizar un mejor resultado en la calidad del extracto y especialmente en el rendimiento, que es el punto clave donde se optimiza la transformación de café sólido concentrado es indispensable implementar con un sistema seguro la medición de la presión y temperatura con instrumentos sensores digitales, con lazos de control de un PLC y que transmitan a un computador para registro y control exacto; sabiendo que hay un punto de equilibrio que, si no hay una buena extracción que coincida con este punto, sea este mayor o menor, se traduce en desperdicio o pérdida mermando la productividad .

Costo de los equipos e instrumentos de medición; termómetros, manómetros, PLC y computadoras 27.000 dólares.

4.7 CENTRIFUGAS

Los desechos sólidos que se desalojan diariamente al botadero con algo de líquido concentrado en un promedio de 20 litros día se debe recuperar confeccionando un tanque para cada una de las tres centrífugas de 80x80x80 cm

en acero inoxidable con una malla desmontable de agujeros de 0.5mm, de tal manera que los sólidos que se asientan en el tanque de fango sean colocados manualmente sobre la malla de los tanques confeccionados en la cual se filtrará el líquido y se recuperará.

Costo aproximado de esta inversión 1.500 dólares.

CAPITULO V

5. ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS

5.1 ANALISIS COSTO BENEFICIO A LA PROPUESTA POR REACTIVAR EL GENERADOR DE AIRE CALIENTE CON COMBUSTIBLE BUNKER

5.1.1 INVERSION REQUERIDA PARA REACTIVAR EL GENERADOR DE AIRE CALIENTE

Para aprovechar la capacidad máxima de 1 acamara de secado de café soluble (20.000kg/día de CSS). Se debe reactivar el generador restituyendo la plancha del hogar.

Costo de la plancha de acero importada	USD	35.000
Costo de la mano de obra		13.000
Costo de otros materiales, soldaduras, platinas		<u>2.000</u>
Costo total de la inversión	USD	50.000

Con esta inversión de 50.000 dólares, el generador de aire caliente quedará operativo, para consumir combustible Bunker.

5.1.2 ANALISIS COSTO BENEFICIO PRODUCCIÓN DE 20.000KG/DÍA DE CAFÉ SOLUBLE SECO

A continuación analizamos los costos por el consumo de combustible de menor precio como es el Bunker.

Al consumir bunker para producir 20.000kg/día de CSS, según tabla No 6, se tendrá un ahorro de 135.000 dólares al año.

La inversión requerida tiene un valor de 50.000 dólares.

Entonces el Beneficio neto (BN) de la propuesta será:

$$\mathbf{BN = (135.000 - 50.000)USD}$$

$$\mathbf{BN = 85.000 USD}$$

Además se puede concluir que la relación Beneficio Total – Costo nos da 2,7 dólares de retorno, por cada dólar invertido.

5.1.2.1 TASA INTERNA DE RETORNO

Calculo de la Tasa Interna de Retorno mensual

INVERSION	27,00%			28,00%	
	N= meses	1/(1+R) ^N	V.N.A 1	1/(1+R) ^N	V.N.A 2
11.250,00	0,00	1,0000	11.250,00	1,0000	11.250,00
50.000,00	1,00	0,7874	8.858,27	0,7813	8.789,06
	2,00	0,6200	6.975,01	0,6104	6.866,46
	3,00	0,4882	5.492,14	0,4768	5.364,42
	4,00	0,3844	4.324,52	0,3725	4.190,95
	5,00	0,3027	3.405,13	0,2910	3.274,18
	6,00	0,2383	2.681,21	0,2274	2.557,95
	7,00	0,1877	2.111,19	0,1776	1.998,40
	8,00	0,1478	1.662,35	0,1388	1.561,25
	9,00	0,1164	1.308,94	0,1084	1.219,73
	10,00	0,0916	1.030,66	0,0847	952,91
	11,00	0,0721	811,54	0,0662	744,46
	12,00	0,0568	639,01	0,0517	581,61

	50.549,96	49.351,39
	<u>50.000,00</u>	<u>50.000,00</u>
	549,96	-648,61

$$TIR = R1 + ((Van1 / (Van1 - Van2)) (R2 - R1))$$

$$TIR = 27,00 \square \left(\left[\begin{array}{c} 1.198,57 \\ 1,00 \end{array} \right] \right)$$

$$TIR = 0,46$$

$$TIR = 0,46$$

$$TIR = 27,46 \text{ Mensual}$$

$$TIR = 329,51 \text{ Anual}$$

Por lo tanto, esto significa que la tasa de interés que se lograra recuperar de la inversión de 50.000 dólares es del 27.46 % mensual, motivo por el cual se recomienda realizar la inversión.

5.1.3 ANALISIS COSTO BENEFICIO PRODUCCIÓN DE 14.000KG/DÍA DE CAFÉ SOLUBLE SECO

Igual a la cantidad que está produciendo actualmente con el generador de aire caliente que funciona con combustible diesel.

Si se invierte los 50.000 dólares para reactivar el generador de bunker según tabla No 6 el ahorro es de 94.500 dólares.

Entonces el Beneficio Neto (BN) de la propuesta será:

$$\mathbf{BN = (94.500 - 50.000)USD}$$

$$\mathbf{BN = 44.500 USD}$$

Además se puede concluir que la relación Beneficio Total – Costo nos da 1.8 dólares de retorno por cada dólar invertido.

5.1.3.1 TASA INTERNA DE RETORNO

Calculo de la Tasa Interna de Retorno Mensual

INVERSION	N= meses	45,00%		48,00%	
		1/(1+R) ^N	V.N.A 1	1/(1+R) ^N	V.N.A 2
15750	0,00	1,0000	15.750,00	1,0000	15.750,00
50000	1,00	0,6897	10.862,07	0,6757	10.641,89
	2,00	0,4756	7.491,08	0,4565	7.190,47
	3,00	0,3280	5.166,26	0,3085	4.858,42
	4,00	0,2262	3.562,94	0,2084	3.282,72
	5,00	0,1560	2.457,20	0,1408	2.218,05
	6,00	0,1076	1.694,62	0,0952	1.498,68
	7,00	0,0742	1.168,70	0,0643	1.012,62
	8,00	0,0512	806,00	0,0434	684,21
	9,00	0,0353	555,86	0,0294	462,30
	10,00	0,0243	383,35	0,0198	312,37
	11,00	0,0168	264,38	0,0134	211,06
	12,00	0,0116	182,33	0,0091	142,61

	50.344,82	48.265,40
	<u>50.000,00</u>	<u>50.000,00</u>
	344,82	-1.734,60

$$TIR = R1 + ((Van1 / (Van1 - Van2)) (R2 - R1)$$

$$TIR = 45,00 \oplus \left(\left[\begin{array}{c} 2.079,41 \\ \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} 3,00 \\ \end{array} \right] \right)$$

$$TIR = 0,17$$

$$TIR = 0,50$$

$$TIR = 45,50 \text{ Mensual}$$

$$TIR = 545,97 \text{ Anual}$$

Por lo tanto, esto significa que la tasa de interés que se logrará recuperar de la inversión de 50.000 dólares es del 45.50 % mensual, motivo por el cual se recomienda realizar la inversión.

5.2 ANALISIS COSTO BENEFICIO PARA MEJORAR EL TRANSPORTE NEUMÁTICO DEFICIENTE

5.2.1 INVERSION REQUERIDA

Para aprovechar la capacidad máxima de los tostadores sin paradas por falta de transporte neumático se debe invertir en la adquisición de un sistema de succión de café tostado similar al que está funcionando actualmente, con una inversión de 13.700 dólares.

Confección de ventilador succionador con eje completo	USD
---	-----

9.000

Adquisición de motor, poleas y chumaceras

2.200

Adquisición e instalación de tuberías

1.300

Mano de Obra del montaje

1.200

Costo total de la inversión

13.700

USD

5.2.2 ANALISIS DE BENEFICIO

Con la implementación de este nuevo sistema de succión de café tostado se evitará la deficiencia del 10% en los tostadores, lo cual se refleja en la merma de la producción, sin poder llegar a producir el equivalente a 20.000kg/día CSS.

Análisis de la pérdida de producción en toneladas al año por la deficiencia del transporte neumático.

CAFÉ VERDE	60.060 KG.
MERMA POR TOSTADO 17%	10.210 KG.
CAFÉ TOSTADO OBTENIDO (DIF)	49.850 KG.
DEFICIENCIA POR TRANS. NEUMATICO (10%)	4.985 KG.
TRANSFORMACION A LITROS DE CONCENTRADO CON RELACION DE 2,7 DE AGUA CON CONCENTRACION DE 20GRADOS BRUX	13.459 LIT,
CSS /DIA QUE SE DEJA DE PRODUCIR	1.850 KG.
CSS /AÑO QUE SE DEJA DE PRODUCIR	665.976 KG.
CSS /AÑO QUE SE DEJA DE PRODUCIR	666 TON.

Como se demuestra en la tabla No 6 el 10% de deficiencia provocada por el succionador repercute en que se merma la producción en 666 ton. de café soluble seco al año.

Al invertir en la adquisición de otro succionador y asumiendo que solo tiene 1% de deficiencia por imprevistos, dejará de producir únicamente 67 ton. de café soluble seco al año.

5.2.2.1 TASA INTERNA DE RETORNO

Calculo de la Tasa Interna de retorno Mensual

INVERSION	N= meses	1,00%		2,00%	
		1/(1+R) ^N	V.N.A 1	1/(1+R) ^N	V.N.A 2
1.141,67	0,00	1,0000	1.141,67	1,0000	1.141,67
13.700,00	1,00	0,9901	1.130,36	0,9804	1.119,28
	2,00	0,9803	1.119,17	0,9612	1.097,33
	3,00	0,9706	1.108,09	0,9423	1.075,82
	4,00	0,9610	1.097,12	0,9238	1.054,72
	5,00	0,9515	1.086,26	0,9057	1.034,04
	6,00	0,9420	1.075,50	0,8880	1.013,77
	7,00	0,9327	1.064,85	0,8706	993,89
	8,00	0,9235	1.054,31	0,8535	974,40
	9,00	0,9143	1.043,87	0,8368	955,30
	10,00	0,9053	1.033,54	0,8203	936,56
	11,00	0,8963	1.023,30	0,8043	918,20
	12,00	0,8874	1.013,17	0,7885	900,20

	13.991,21	13.215,18
	13.700,00	13.700,00
	<u>291,21</u>	<u>-484,82</u>

$$TIR = R1 + ((Van1 / (Van1 - Van2)) (R2 - R1))$$

$$TIR = 1,00 + \left(\left[\frac{776,03}{1,00} \right] (1,00 - 1,00) \right)$$

$$TIR = 0,38$$

$$TIR = 0,38$$

$$TIR = 1,38 \text{ Mensual}$$

$$TIR = 16,50 \text{ Anual}$$

Por lo tanto, esto significa que la tasa de interés que se logrará recuperar de la inversión de 13.700 dólares del 1,38 % mensual, motivo por el cual se recomienda realizar la inversión.

5.3 ANALISIS COSTO BENEFICIO PARA TENER SUFICIENTE AGUA HELADA PARA PRESERVAR LIQUIDO CONCENTRADO

5.3.1 INVERSION REQUERIDA

La máxima capacidad de agua helada que se tiene satisface a los 13.000kg de producción de café soluble seco diario, si se aumenta la producción a lo propuesto (20.000kg/día CSS) habrá deficiencia de agua helada para preservar el producto concentrado.

Para cubrir la deficiencia de agua helada se debe reactivar un compresor de 70 ton. de refrigeración que es suficiente para satisfacer la demanda de los 6.000kg /día CSS que se producirán. Este compresor se encuentra paralizado en la planta, se lo reactivar y complementar con equipos auxiliares como un Chiller, un condensador evaporativo, un

recibidor o acumulador de amoníaco, tuberías, válvulas y arrancador eléctrico del motor.

Costos:

Reparación Mecánica y eléctrica	USD	17.000
Condensador evaporativo		18.000
Chiller		12.000
Accesorios (válvulas, tuberías, instrumentos de medición)		
8.000		
Mano de obra		<u>4.000</u>
Costo total de la inversión	USD	59.000

5.3.2 ANALISIS DE BENEFICIO

Al implementar el compresor paralizado para producir agua helada se podrá preservar el concentrado para obtener la producción propuesta de 20.000kg/día CSS.

5.5.3.1 TASA INTERNA DE RETORNO

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno Mensual

De acuerdo al siguiente cálculo la tasa de interés que se logrará recuperar de la inversión de 59.000 dólares del 1,36 % mensual, motivo por el cual se recomienda realizar la inversión.

INVERSION	N= meses	1,20%		1,40%	
		1/(1+R) ^N	V.N.A 1	1/(1+R) ^N	V.N.A 2
4.916,67	0,00	1,0000	4.916,67	1,0000	4.916,67
59.000,00	1,00	0,9881	4.858,37	0,9862	4.848,78
	2,00	0,9764	4.800,76	0,9726	4.781,84
	3,00	0,9648	4.743,83	0,9591	4.715,82
	4,00	0,9534	4.687,58	0,9459	4.650,71
	5,00	0,9421	4.632,00	0,9328	4.586,50
	6,00	0,9309	4.577,07	0,9200	4.523,17
	7,00	0,9199	4.522,80	0,9073	4.460,72
	8,00	0,9090	4.469,17	0,8947	4.399,13
	9,00	0,8982	4.416,17	0,8824	4.338,40
	10,00	0,8876	4.363,81	0,8702	4.278,50
	11,00	0,8770	4.312,06	0,8582	4.219,42
	12,00	0,8666	4.260,93	0,8463	4.161,17

59.561

58.881

59.000

59.000

561,21

-119,18

$$TIR = R1 + ((Van1 / (Van1 - Van2)) (R2 - R1))$$

$$TIR = 1,20 \oplus \left[\left(\frac{680,39}{0,20} \right) \right]$$

$$TIR = 0,82$$

$$TIR = 0,16$$

$$TIR = 1,36 \text{ Mensual}$$

$$TIR = 16,38 \text{ Anual}$$

5.4 ANALISIS COSTO BENEFICIO PARA CAPTACIÓN DE POLVO

5.4.1 INVERSION REQUERIDA PARA IMPLANTAR SISTEMA DE CAPTACIÓN DE POLVO

Con la finalidad de evitar la contaminación ambiental causada por el polvo producido en el área de limpieza de café verde se debe implementar el sistema de captación de polvos.

Costos:

Ventilador y Ciclón USD

10.000

Captación con ventilador y filtro de mangas

25.000

Juegos de ductos para captar y trasladar los polvos

4.000

Sistema eléctrico

1.200

Mano de obra

3.000

Costo total de la inversión

43.200

USD

5.4.2 ANALISIS DE BENEFICIO

Con la implementación del sistema de captación de polvo los beneficios no se reflejan económicamente de manera directa, más bien representan un beneficio para la protección de los colaboradores y de las áreas de

influencia, además se evitará posibles multas o clausuras de la fabrica que repercuten en la condición económica que traduce en perdidas irrecuperables.

5.4.2.1 TASA INTERNA DE RETORNO

De acuerdo al siguiente cálculo, la tasa de interés que se logrará recuperar de la inversión de 43.200 dólares del 1,37 % mensual, motivo por el cual se recomienda realizar la inversión.

INVERSION	N = meses	1,20%		1,50%	
		1/(1+R) ^N	V.N.A 1	1/(1+R) ^N	V.N.A 2
3.600,00	0,00	1,0000	3.600,00	1,0000	3.600,00
43.200,00	1,00	0,9881	3.557,31	0,9852	3.546,80
	2,00	0,9764	3.515,13	0,9707	3.494,38
	3,00	0,9648	3.473,45	0,9563	3.442,74
	4,00	0,9534	3.432,26	0,9422	3.391,86
	5,00	0,9421	3.391,56	0,9283	3.341,74
	6,00	0,9309	3.351,35	0,9145	3.292,35
	7,00	0,9199	3.311,61	0,9010	3.243,70
	8,00	0,9090	3.272,34	0,8877	3.195,76
	9,00	0,8982	3.233,54	0,8746	3.148,53
	10,00	0,8876	3.195,20	0,8617	3.102,00
	11,00	0,8770	3.157,31	0,8489	3.056,16
	12,00	0,8666	3.119,87	0,8364	3.010,99

43.611

42.867

43.200

43.200

410,92

-332,98

$$TIR = R1 + ((Van1 / (Van1 - Van2)) (R2 - R1))$$

$$TIR = 1,20 \oplus \left[\left(\frac{743,90}{0,30} \right) \right]$$

$$TIR = 0,55$$

$$TIR = 0,17$$

$$TIR = 1,37 \text{ Mensual}$$

$$TIR = 16,39 \text{ Anual}$$

5.5 ANALISIS COSTO BENEFICIO PARA MEJOR CONTROL

EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DE LA MATERIAPRIMA

EN EXTRACCIÓN

5.5.1 INVERSION REQUERIDA

Con la solución propuesta de colocar equipos sensores digitales para controlar y registrar los parámetros con la finalidad de obtener el

producto concentrado con las características recomendadas por control de calidad.

La inversión para implementar los equipos sensores y medidores digitales PLC y computadora que evitara el cambio periódico de estos, es de 27.000 dólares.

5.5.2 ANALISIS DE BENEFICIOS

A continuación se realiza el análisis por pérdidas de los equipos sensores debido al cambio:

- Cambio de termómetros de vidrio por daños : 36 c/mes, 432 al año

- Costo por termómetro 50 dólares c/u

Costo por cambio de termómetro al año 21.600 dólares

- Cambio de manómetros descalibrados: 4 c/mes, 48 al año

- Costo por manómetro 600 dólares c/u

Costo por cambio de termómetro al año 28.800 dólares

Costo total por cambio de instrumentos dañados (CT) 50.400 dólares

5.5.3 ANALISIS COSTO BENEFICIO

Sabiendo que la inversión requerida tiene un costo de 27.000 dólares
y el

ingreso por implementar esta opción

Beneficio = 50.400 dólares

Beneficio Neto (BN) = 50.400 – 27.000

Beneficio Neto (BN) = 23.400

Se concluye además que la relación beneficio total costo nos da 1.86 de
retorno por cada dólar invertido.

5.4.2.1 TASA INTERNA DE RETORNO

INVERSION	1,20%			1,50%	
	N= meses	1/(1+R) ^N	V.N.A 1	1/(1+R) ^N	V.N.A 2
2.250,00	0,00	1,0000	2.250,00	1,0000	2.250,00
27.000,00	1,00	0,9881	2.223,32	0,9852	2.216,75
	2,00	0,9764	2.196,96	0,9707	2.183,99
	3,00	0,9648	2.170,91	0,9563	2.151,71
	4,00	0,9534	2.145,16	0,9422	2.119,91
	5,00	0,9421	2.119,73	0,9283	2.088,59
	6,00	0,9309	2.094,59	0,9145	2.057,72
	7,00	0,9199	2.069,75	0,9010	2.027,31
	8,00	0,9090	2.045,21	0,8877	1.997,35
	9,00	0,8982	2.020,96	0,8746	1.967,83
	10,00	0,8876	1.997,00	0,8617	1.938,75
	11,00	0,8770	1.973,32	0,8489	1.910,10
	12,00	0,8666	1.949,92	0,8364	1.881,87

27.257

26.792

27.000

27.000

256,83

-208,11

$$TIR = R1 + ((Van1 / (Van1 - Van2)) (R2 - R1))$$

$$TIR = 1,20 + \left(\left[\frac{464,94}{0,30} \right] \right)$$

$$TIR = 0,55$$

$$TIR = 0,17$$

$$TIR = 1,37 \text{ Mensual}$$

$$TIR = 16,39 \text{ Anual}$$

CAPITULO VI

6. PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

6.1 DIAGRAMA DE GANT

En este diagrama se detallan los puntos críticos a resolver en el mismo se indican las actividades y el tiempo de demora de cada una para llevar a efecto la corrección de las eficiencias anotadas y lograr con ello, optimizar la producción.

CAPITULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

7.1.1 DEFICIENCIA DE GENERADOR DE AIRE CALIENTE

El limitante más notorio en el proceso para alcanzar 20.000kg/día CSS, se observa es en la cámara de secado de café soluble, debido a la deficiencia en su generador de aire caliente a diesel.

Reactivando el generador de aire caliente a bunker se logrará un ahorro significativo en el consumo de combustible lo cual incide en los costos de producción y además se logrará aumentar la producción en un 35%.

7.1.2 TRANSPORTE NEUMÁTICO DEFICIENTE

La deficiencia del transporte neumático afectará al número de batch de los tostadores, reduciendo su capacidad de producción, lo cual afectará a la producción que se quiere alcanzar.

7.1.3 FALTA DE AGUA HELADA

La deficiencia de agua helada limitará a aumentar la producción debido a que no se podrá preservar al líquido concentrado en las diferentes etapas del proceso, lo cual obligará a limitar la producción que se quiere alcanzar.

7.1.4 EVAPORACION

La falta de limpieza programada afecta al rendimiento del evaporador pudiendo llegar a mermar su capacidad ya que por la rotura de los tubos por el taponamiento puede ocasionar que se tenga que clausurar un porcentaje elevado de tubos, lo cual limitará la producción que se quiere alcanzar.

7.1.5 CONTAMINACION DE POLVO

El polvo que se genera en la limpieza de café está causando daños al producto terminado, personal de operarios y al medio que puede ocasionar cuantiosas pérdidas a la Empresa.

7.1.6 AREA DE EXTRACCIÓN

Los parámetros establecidos por control de calidad, como temperatura y presiones no son datos correctos, lo cual perjudica a la calidad del producto final y a su rendimiento de café verde para obtener soluble.

7.1.7 CENTRIFUGAS

Hay un desperdicio de líquido de concentrado de 20 litros diarios con 20ºbrix, lo que en el año representa el equivalente a 900kg de CSS.

7.2 RECOMENDACIONES

7.2.1 DEFICIENCIA DE GENERADOR DE AIRE CALIENTE

Reactivar de forma inmediata el generador de aire caliente con combustible bunker para obtener el beneficio económico poro ahorro de combustible y aumento de la producción.

7.2.2 TRANSPORTE NEUMÁTICO DEFICIENTE

Construir succionador y tubería similares a los que se encuentran funcionando actualmente.

7.2.3 FALTA DE AGUA HELADA

Como primera fase reactivar el compresor de amoníaco (GRAM) que se encuentra paralizado, y conectarlo al sistema de succión y descarga del compresor que se encuentra funcionando (MYCOM) para trabajar alternadamente.

Como segunda fase, calcular los elementos Chiller y condensador para independizar este compresor paralizado y que funcione independientemente aumentando con esto la capacidad para mantener agua helada en 70 toneladas de refrigeración.

7.2.4 EVAPORACION

Implementar el programa de mantenimiento y registro en un periodo quincenal y ponerlo en práctica de inmediato para evitar pérdida de tiempo y el deterioro del equipo.

7.2.5 CONTAMINACION DE POLVO

Se debe proceder de inmediato a contratar el diseño y construcción del sistema de captación de polvo, para evitar pérdidas económicas.

7.2.6 AREA DE EXTRACCIÓN

De manera inmediata se debe implementar en el sistema de extractores con los elementos de medición para llevar un control exacto. Estos implementos sensores y medidores deben ser de lectura digital y que registre en un sistema automático de control para garantizar la calidad y el rendimiento de la materia prima.

7.2.7CENTRIFUGAS

Se deben construir los tres tanques de 80x80x80 de acero inoxidable con su respectiva coladera para captar el líquido contenido en el sólido de desecho.

ANEXOS

ANEXO 1

ANEXO 2

TABLA DE VALORES RELACION TEMPERATURA PRESION

PRESION BAR	TEMPERATURA °C
15	196
14	193
13	190
12	186
11	183
10	179
9	175
8	169
7	165
6	160
5	154
4	147
3	139
2	128

ANEXO 3

RUTA DE PRODUCCION

FECHA	CLIENTE	CALIDAD	CANTIDAD	LOTE No

MATERIA PRIMA

TIPOS	TOTAL A UTILIZAR		TOSTADOR LILLA		TOSTADOR JOCAR			COLOR			HUMEDAD		
	VERDE	TOSTADO	PARADAS	CANTIDAD	PARADAS	CANTIDAD	TEMP	MIN	IDEAL	Mtx	MIN	IDEAL	Mtx
	KL	KL	No	KL	No	KL	°C						
ARABIGO								48	50	52	4		5
ROBUSTA													

Tipos	Mezcla
	%
ARABIGO	80
ROBUSTA	20

MEZCLA CAFÉ TOSTADO PARA EXTRACCION

1. LAS CARGAS DE LOS TOSTADORES CORRESPONDE A CAFÉ EN GRANO
2. RECUPERAR CAFÉ QUE SE FUGA DE LOS TOSTADORES EN LA MISMA PRODUCCION
3. EL CAFÉ TOSTADO ANTES DE SER ENVIADO PARA EXTRACCION DEBERA TENER REPOSO

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

JEFE DE PRODUCCION

GERENTE TECNICO

RUTA DE PRODUCCION

FECHA	CLIENTE	CALIDAD	CANTIDAD TN.	LOTE No

PROCESO DE EXTRACCION

PARAMETROS DE CONTROL	LINEA IC 250			UNIDAD
	MIN	IDEAL	MAX	
CARGA CAFÉ TOSTADO POR EXTRACTOR	450	500	550	KILOS
TEMPERATURA PRIMER EXTRACTOR	180	182	184	°C
FLUJO DE AGUA	3000	3200	3500	LT/H
PRESION BOMBA DE AGUA	250	280	300	PSI
ANALISIS AGUA TANQUE DE EXTRACCION	7	7	7	PH
CICLO DE EXTRACCION	28	35	40	MIN.
DESCARGA DE HIDRÓLISIS	1400	1600	1800	LT
PRESION DESCARGA DE HIDRÓLISIS	5	6	7	BAR
BRIX DE HIDRÓLISIS	18	20	22	°C
TEMP. BALANZA EXTRACCION	18	20	30	°C
TEMP. ANTES DE CENTRIFUGAR	18	20	30	°C
TEMP. DESPUES DE CENTRIFUGAR	18	20	30	°C

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

JEFE DE PRODUCCION

GERENTE TECNICO

RUTA DE PRODUCCION

FECHA	CLIENTE	CALIDAD	CANTIDAD TN.	LOTE No

PROCESO DE EVAPORACION

PARAMETROS DE CONTROL	MIN	IDEAL	MAX	UNIDAD
HIDRÓLISIS CENTRIFUGADO A EVAPORAR	18	20	22	BRIX
TEMPERATURA DEL HIDRÓLISIS DE ALIMENTACION	35	40	45	°C
POSICION BOMBA DE ALIMENTACION	5	7	9	PSI
TEMPERATURA 1ERA CALANDRI			60	°C
TEMPERATURA 2DA CALANDRIA			55	°C
TEMP. DE SALIDA A BALANZAS		22		°C
CONCENTRACION DEL EXTRACTO EVAPORADO	50	52	54	BRIX
FILTRACION	3	4	5	N
PH	4,85	4,9	4,95	N
FLUJO EXTRACTO CONCENTRADO (SALIDA EVAP)			2500	L/H

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

JEFE DE PRODUCCION

GERENTE TECNICO

RUTA DE PRODUCCION

FECHA	CLIENTE	CALIDAD	CANTIDAD TN.	LOTE No

PROCESO DE SECADO PARA EXPORTACION

ESPECIFICACIONES ANALITICAS	LINEA IC 250			UNIDAD
	MIN	IDEAL	MAX	
HUMEDAD EN PROCESO DE SECADO	2,40	2,50	2,60	%
DENSIDAD LIBRE EN PROCESO DE SECADO	185	190	195	G/L
COLOR EN PROCESO DE SECADO	55	60	65	PHOTOVOLT
HUMEDAD EN CAJA	2,40	2,50	2,60	%
DENSIDAD LIBRE EN CAJA	190	200	210	G/L
PH	4,90	4,95	5,00	N
ACIDEZ	5,85	6,35	6,85	ML
FLOWABILITY			40	ML
FILTRACION	3	5		N
FLUIDEZ	3	5		ML
ASPECTO	3	5		ML
TEMPERATURA PARA SECAR	22	24	26	°C
PRESION BOMBA RANNIE	18	22	26	BAR
TEMPERATURA ALMACENAMIENTO DE EXTRACTO	10	12	15	°C
TEMP. ENTRADA CAMARA DE SECADO	270	290	310	°C
TEMP. SALIDA CAMARA DE SECADO	110	118	125	°C
TEMP. SALIDA DE CAFÉ SOLUBLE	30	35	40	°C
BRIX DE ENTRADA	50	52	54	

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

JEFE DE PRODUCCION

GERENTE TECNICO

ANEXO 4

TABLA DE CONVERSION

B R I X	S O L I D O S
	%
5	4,2
6	5
7	5,8
8	6,5
9	7,3
10	8,3
11	8,9
12	9,6
13	10,5
14	11,4
15	12,2
16	13
17	13,9
18	14
19	15,6
20	16,5
21	17,3
22	18,2
23	19,1
24	20
25	20,7
26	21,5
27	22,3
28	23,2
29	24,1
30	25
31	25,8
32	26,6
33	27,5
34	28,5
35	29,3
36	30,2
37	31,1
38	32
39	32,9
40	33,8
41	34,6
42	35,5
43	36,3
44	37,2
45	38,1
46	39
47	40
48	41
49	41,9
50	42,8

ANEXO 5

CARACTERISTICAS PLANCHA DE ACERO

TITANIUM GRADE 2

Subcategory: Titanium alloy, Nonferrous Metal; Unalloyed Titanium

Close Analogs: Titanium Grades 1,2,3,4,7,11, and are all considered unalloyed and have similar mechanical properties.

Key Words: ASTM Grade 2 UNS R50400, CP Titanium, C P, Titanium alloy:

COMPOSITION:

Component	Wt, %	Component	Wt, %
C	Max 0,1	O	Max
	0,25		
Fe	Max 0,3	Ti	
	99,2		
H	Max 0,015		
N	Max 0,03		

Applications: Anframe components, cryogenic vessels, heat exchangers, CPI equipment condenser tubing packing baskets.

**PHYSICAL
PROPERTIES
UNITS**

VALUES COMMENTS

US / Other Units

Density, g/cc	4,51	4,51g/cc
Hardness, Knoop	170	170
Hardness, Rockwell B	80	80
Hardness, Vickers	145	145

MECHANICAL PROPERTIES	VALUES COMMENTS	US / Other Units
------------------------------	------------------------	-------------------------

Tensile Strength Ultimate, Mpa	344	49,893psi
Tensile Strength, Yield, Mpa	275 also reported 275-410MPA	39,885psi
Elongation %;break	20	20%
Reduction of area,%	35	35%
Modulus of elasticity, GPA	105 In tension. Value Compression is 110 GPA	15,229ksl
Poissons Ratio	0,37	0,37
Impact Strength, Izod, J	155 Reported 114-171J	144 ft-lb
Fracture Toughness, Mpa-m ^{1/2}	66 K (Q); annealed	60ksi-in ^{1/2}
Shear Modulus, GPA	45	6,525 ksi

THERMAL PROPERTIES	VALUES COMMENTS	US / Other Units
---------------------------	------------------------	-------------------------

CTE, linear 20°C, um/m-°C	8,6	4,8 uin/in-°F
CTE, linear 250°C,um/m-°C	9,2 average over the range 315°C	5,1 uin/in-°F

CTE, linear 500°C, um/m-°C	9,7 0-540°C;cte is higher Perpendicular to the c-axis at 540°C value is 0,67 J/g-°C	5,4 uin/in-°F
Heat Capacity, J/g-°C	0,523 °C	0,12 BTU/lb-°F
Thermal conductivity		114 BTU-in/hr-ft2
W/m-K	16,4 annealed	°F
Melting Point,°C	1665	3,029°F
Liquidus, °C	1665	3,029°F
Emissivity (0-1)	0,3 High purity Tl AT 71°c	0,3

**ELECTRICAL
PROPERTIES**

VALUES COMMENTS

US / Other Units

Electrical Resistivity cm Ohm-cm	0,000052	0,000052 ohm-
Reflection Coefficient	0,56 high purity Tl; visible light	0,56

