



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Laureate International Universities

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO LAVADO
PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE MÁQUINA DE
LA EMPRESA CLEAR PET SAC”**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:
Bach. Rodolfo Martínez de Pinillos Figueroa

ASESOR:
Ing. Marcos Baca López

TRUJILLO – PERÚ
2013

DEDICATORIA

A nuestro Padre Celestial por darme la vida y la oportunidad de realizar mis metas.

A mis padres:

Rodolfo y Marlene por siempre rodearme en un ambiente lleno de valores y apoyarme en el cumplimiento de todas mis metas.

EPÍGRAFE

“No se puede llegar a la perfección sin haber cometido por lo menos un error”

(Anónimo)

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia, amigos y compañeros de trabajo que comparten conmigo su día a día y forman parte de mi aprendizaje y experiencia.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, pongo a vuestra consideración la presente Proyecto intitulado:

“PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO LAVADO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE MÁQUINA DE LA EMPRESA CLEAR PET SAC”

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los primeros de Enero a Junio del año 2013, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otras Proyectos o Investigaciones.

Bach. Rodolfo Martinez de Pinillos Figueroa

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor: Marcos Baca López

Jurado 1: Abel Gonzáles Wong

Jurado 2: Ramiro Max McGowen

Jurado 3: Paola Tello Alburqueque

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general proponer mejoras del proceso Lavado para incrementar la eficiencia de Máquina de la Empresa Clear PET SAC.

Se evaluaron todos los factores que afectan la eficiencia de máquina y se reconoció el impacto que ocasionan, entre los factores detectados tenemos la calidad de la materia prima, las paradas por falla de maquinaria y la velocidad de la línea de producción.

Para determinar las mejoras a proponer se elaboraron diagramas de Pareto, análisis causa efecto y lluvia de ideas.

Los resultados que se lograron son:

- Incremento de la eficiencia de máquina en el proceso de lavado de la planta Clear PET.
- Mayor rentabilidad del negocio mejorando la calidad de la materia prima, disminuyendo las paradas de planta y capacitando al personal que controla el proceso.
- Detección de otras oportunidades de mejora a desarrollar en un proyecto futuro.

El impacto de las mejoras en el proceso de lavado fue positivo también para otras áreas de la organización como por ejemplo, la disminución de compra de la resina virgen (Logística), mayor disponibilidad de materia prima (Planta de Inyección), mayor poder de negociación con los proveedores (Comercial).

ABSTRACT

This study aimed to propose process improvements to increase efficiency of washing line in Company Clear PET SAC.

We evaluated all factors affecting the machine efficiency and the impact caused acknowledged, some factors which have detected as the quality of the raw material, the machine stops for failure and the speed of the production line.

To identify improvements, we did Pareto diagrams, causal analysis and brainstorming.

The results that were obtained are:

- Increased efficiency-machine in the washing process plant Clear PET.
- Increased profitability by improving the quality of the raw material, reducing plant downtime and training staff that controls the process.
- Detection of other improvement opportunities to develop in a future project.

The impact of improvements in the washing process was positive also for other areas of the organization such as buying lower virgin resin (Logistics), increased availability of raw material (Injection Plant), greater bargaining power with suppliers (Business Area).

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
EPÍGRAFE.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO.....	11
GENERALIDADES DE LA INVENSTIGACIÓN.....	1
1.1 Realidad Problemática.....	4
1.2 Formulación del Problema.....	5
1.3 Delimitación de la Investigación.....	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos.....	6
1.5 Justificación.....	6
1.6 Tipo de Investigación.....	7
1.7 Hipótesis.....	7
1.8 Variables.....	7
1.8.1 Sistema de Variables.....	7
1.8.2 Operacionalización de Variables.....	8
1.9 Diseño de la Investigación.....	9
CAPÍTULO 2.....	10
MARCO REFERENCIAL.....	10
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	11
2.2 Base Teórica.....	13
2.3 Definición de Términos.....	24
CAPÍTULO 3.....	25
DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL.....	25
3.1 Descripción General de la Empresa.....	26
3.1.1 Cultura Organizacional.....	26
3.1.2 Organigrama de la Planta Clear PET.....	27

3.2 Descripción Particular del Área de la Empresa objeto de Análisis	27
3.2.1 Diagrama de Flujo del Proceso Productivo Lavado	29
3.2.2 Proceso de Producción	30
3.3 Identificación del Problema e Indicadores Actuales	32
3.3.1 Pareto de Fallas Planta Lavado.....	32
3.3.2 Calidad de la Materia Prima	35
3.3.3 Análisis Causa Efecto	36
CAPÍTULO 4	42
SOLUCIÓN PROPUESTA	42
4.1 Propuestas de Mejora	43
4.1.1 Paradas de Planta	43
4.1.2 Calidad de la Materia Prima	44
4.1.3 Análisis Causa-Efecto.....	44
4.1.4 Programa de Capacitación	51
4.1.5 Cambio de Maquinaria.....	51
CAPÍTULO 5	54
EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA	54
5.1 Pérdidas Económicas en la Actualidad.....	55
5.1.1 Pérdidas en la Compra de Materia Prima	55
5.1.2 Pérdidas por Paradas de Planta	55
5.1.3 Pérdidas por Baja Velocidad de Línea.....	55
5.2 Inversiones para las Propuestas de Mejora.....	56
5.2.1 Inversión para Asegurar la Calidad de la Materia Prima.....	56
5.2.2 Inversión para Disminuir las Paradas de Planta.....	56
5.2.3 Inversión para Garantizar la Velocidad de la Línea.....	57
5.3 Ahorro Implementando las Propuestas de Mejora.....	57
5.3.1 Ahorro Implementando Control de Calidad en la Materia Prima.....	57
5.3.2 Ahorro Disminuyendo las Paradas de Planta.....	58
5.3.3 Ahorro Asegurando la Velocidad de la Línea.....	59
5.4 Pérdida Total	59
5.5 Inversión Total.....	59
5.6 Ahorro Total	59

5.7 Cálculo del VAN	60
5.8 Cálculo del TIR	60
CAPÍTULO 6	61
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
6.1 Resultados	62
6.2 Discusión	63
CAPÍTULO 7	64
CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	64
7.1 Conclusiones	65
7.2 Recomendaciones	65
Bibliografía.....	67
ANEXOS	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de Variables.....	8
Tabla 2: Reporte de Fallas año 2012.....	33
Tabla 3: Tabla de Muestreo Calidad de Materia Prima.....	35
Tabla 4: Plan de Acción para las Constantes Paradas de Planta.....	43
Tabla 5: Plan de Acción para la Baja Velocidad de la Línea.....	45
Tabla 6: Plan de Acción para las Parada de Maquinaria.....	46
Tabla 7: Plan de Acción para la Inexperiencia del Operador de Planta.....	47
Tabla 8: Plan de Acción para Baja Calidad de la Materia Prima.....	48
Tabla 9: Plan de Acción para Programa de Mantenimiento Incompleto.....	49
Tabla 10: Plan de Acción para Mala Parametrización de Variables.....	50
Tabla 11: Calidad de Materia Prima después del Control de Calidad.....	57

INDICE DE CUADROS

Tabla 4: Cuadro de Costos Importación Maquinaria.....	51
Tabla 5: Cuadro de Ingresos y Egresos Implementando la Propuesta de Mejora.....	59

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Cultura Organizacional.....	26
Grafica 2: Organigrama de la Planta.....	27
Gráfica 3: Diagrama de Flujo del Proceso Productivo Lavado.....	29
Gráfica 4: Diagrama de Pareto Fallas año 2012.....	34
Gráfica 5: Análisis Causa Efecto Baja Velocidad de la Línea.....	36
Gráfica 6: Análisis Causa Efecto Constantes Paradas de Maquinaria.....	37
Gráfica 7: Análisis Causa Efecto Programa de Mantenimiento Incompleto.....	38
Gráfica 8: Análisis Causa Efecto Mala Parametrización de Variables.....	39
Gráfica 9: Análisis Causa Efecto Poca Experiencia del Operador sobre el Proceso....	40
Gráfica 10: Análisis Causa Efecto Baja Calidad de la Materia Prima.....	41

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo anterior, la presente propuesta de mejora para incrementar la eficiencia de máquina del proceso lavado en la empresa CLEAR PET, describe en los siguientes capítulos.

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre el problema de la investigación, tales como la eficiencia de la línea actualmente, el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación.

En el Capítulo II, se describen los planteamientos teóricos relacionados con la presente investigación, entre ellos antecedentes locales e internacionales sobre temas de reciclado de plásticos y mejora de eficiencia en líneas de producción.

En el Capítulo III, se describe el diagnóstico de la realidad actual, información sobre la compañía, descripción del proceso de lavado y los problemas de eficiencia que en la actualidad afectan los indicadores.

En el Capítulo IV, se describe la propuesta de solución que nace a partir del recojo de la información de los reportes de producción, calidad y mantenimiento, la elaboración de diagramas de Pareto y el análisis causa efecto.

En el Capítulo V, se describe la evaluación económica y financiera, la cual detalla las pérdidas económicas por baja eficiencia según la realidad actual, las inversiones necesarias para implementar las mejoras y la rentabilidad luego de implementar las mejoras.

En el Capítulo VI, se describen los resultados y discusión, donde se detalla toda la secuencia de actividades y métodos para el desarrollo de la tesis, así mismo el impacto que ocasionan estas mejoras en otras áreas de la organización.

Finalmente se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente estudio.

Además la presente investigación permitirá a los lectores conocer un poco más sobre el proceso de reciclado de botellas pet post consumo que es el primero en nuestro país y que los ayudará a tomar un poco de conciencia en lo que refiere al reciclado.

CAPITULO 1

GENERALIDADES DE LA INVESTIGACION

1.1 Descripción del problema de investigación

En el Perú durante los últimos 5 años, se han instalado empresas que se han orientado al negocio de reciclaje, impulsados tanto por un tema de responsabilidad ambiental como una oportunidad económica, aunque todavía esta actividad es incipiente en el país, la empresa CLEAR PET, ha decidido invertir en acciones de este tipo, a fin de ingresar en este mercado con tecnología moderna y manejo empresarial.

Los planes de crecimiento ejecutados por la empresa han permitido una mayor penetración en el mercado peruano y mayor presencia en otros países de la región latinoamericana.

El propósito principal de la empresa es mantener un alto índice de satisfacción de clientes (Meta $\geq 80\%$, elaborado a través de encuestas por el área de ventas una vez al año y actualmente en 81.04%) no sólo por la calidad de sus productos, sino también por la personalización y eficiencia de servicios.

En la empresa CLEAR PET una línea de producción reciente es la producción de resina reciclada PET a partir de la compra de botellas post consumo.

La planta de reciclado que opera desde el año 2012, donde se presenta el problema, se realizan dos etapas: línea de Lavado y línea de regeneración.

Línea de Lavado: Comprende las actividades desde recepción de materia prima, lavado en caliente, separación de botellas de color y no PET, molienda, lavado en frío, sedimentación, secado y almacenamiento.

Es en esta etapa donde se realiza la separación de todo el desperdicio. (Tapas, etiquetas, botellas de color, no PET y componentes metálicos)

Línea de regeneración: Comprende las actividades desde recepción de materia prima (lavada), extrusión, peletizado y descontaminado.

Es a partir de su giro principal: La inyección de preformas y posteriormente el soplado de botellas de plástico PET, para lo cual utilizan resina virgen importada, convergen en la necesidad de elaborar su propia resina, la que ha permitido implementar el proyecto generación de resina reciclada a través de la botella post consumo.

Sin embargo encontramos que en el proceso lavado existen varios aspectos a mejorar para incrementar la eficiencia de máquina de la línea la cual en la actualidad se encuentra en 50% , estos aspectos abarcan desde el aprovisionamiento de la materia prima (Calidad), el proceso de lavado propiamente dicho (Paradas de Planta, Velocidad de línea) hasta la disposición de todos los desperdicios (Desperdicios y Mermas)

Como hemos comentado anteriormente la presencia de desperdicios en la línea de producción conlleva a otros problemas:

- Requerimiento de espacios para almacenarlos.
- Sobrecosto para la eliminación de este desperdicio.
- Desperdicios representa un 22% del precio pagado por la materia prima reciclada.
- Contaminación cruzada, compromete la inocuidad de los productos terminados de las otras dos líneas de producción (inyección y soplado).

Lo que anteriormente hemos mencionado muestra las siguientes características:

-El material de descarte (polietileno y polipropileno), constituye un sobrecosto para la empresa (Tapas y etiquetas que vienen en las botellas).

-En el caso del costo de la materia prima al proveedor se le cancela por el peso bruto recibido no se le descuenta mermas, como tapas, envolturas, metales, botellas que no son de material PET, barro, cartones entre otros, en este punto el proveedor recibe 2.2 S/ por kilo puesto en planta.

-El consumo diario de materia prima es de 60 Toneladas métricas, si la merma estándar identificada es del 22%, esto representaría una pérdida de 29,040 Soles diarios, equivalente a 10'454,400 soles al año.

1.2 Formulación del Problema

La presente investigación se orienta a dar solución de la siguiente interrogante:

¿De qué manera influye una propuesta de mejora del proceso de lavado en la compañía CLEAR PET?

1.3. Delimitación de la investigación:

Nombre o nombres de los autores

Bach. Ing. Industrial Rodolfo Martínez de Pinillos Figueroa

Institución donde se desarrollará el proyecto

La presente investigación se llevará a cabo en dos espacios: el trabajo de campo o aplicación se desarrollará en la ciudad de Lima en la empresa CLEAR PET, y las tareas a

aplicar en el proyecto estarán basadas en el análisis de información recopiladas por las mismas.

Duración del proyecto

El presente proyecto tendrá una duración de 05 meses.

Fecha de inicio : Febrero 2013

Fecha de término : Julio 2013

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Determinar las mejoras necesarias para incrementar la eficiencia de máquina del proceso de Lavado en la empresa CLEAR PET.

1.4.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar todos los factores que influyen en la pérdida de la eficiencia de máquina en el proceso productivo de la planta Lavado.
- Determinar el sobrecosto que incurre la empresa en el proceso productivo.
- Evaluar los resultados obtenidos con las propuestas de mejora implementadas.
- Determinar qué impacto económico generan dichas mejoras en los indicadores de eficiencia de máquina y económicos.

1.5 Justificación.

Es importante destacar que el presente estudio, tiene el alcance de proponer mejoras para incrementar la eficiencia del proceso lavado el cual se reflejará en reducción de costos que inciden en incremento de ingresos económicos para la empresa, mediante ventas, producto de la transformación de insumo de desecho PET a resina reciclada, lo que conlleva a la empresa un manejo responsable con el medio ambiente, importancia que cobra realce, relacionado con el cambio climático.

También desde la perspectiva social, en la cadena de provisión de insumos, la importancia se evidencia en la oportunidad de creación de puestos de trabajo y formalización empresarial de proveedores, para quienes, la demanda se incrementará.

Desde la perspectiva ambiental el objetivo de la instalación del proyecto de resina reciclada es disminuir o en todo caso mantener no incrementar los volúmenes de resina virgen a importar lo cual si afecta al medio ambiente en su proceso de producción.

Por otro lado, económicamente se busca disminuir los costos ahorrando en el transporte, impuestos, costos aduaneros y fletes que representan importar resina virgen de otros países.

Desde la perspectiva estratégica se busca mantener un stock de seguridad con resina reciclada, el cual garantizará la continuidad del proceso productivo.

1.6. Tipo de Investigación

Por la orientación

Aplicativa proyectista

Por el diseño

Pre experimental

1.7. Hipótesis

Una propuesta de mejora en el proceso lavado incrementará la eficiencia de máquina del Proceso Lavado en la compañía CLEAR PET.

1.8. Variables

1.8.1. Sistema de variables

VARIABLE DEPENDIENTE. Eficiencia de Máquina

VARIABLE INDEPENDIENTE. Propuesta de Mejora en el proceso Lavado.

Variables Operacionales:

1.-Eficiencia de Máquina: Producción Real/Producción Esperada

2.-Tiempo de Paradas: Tiempo Disponible –Tiempo utilizado para la producción.

3.-Calidad: Producción Rechazada/Producción Esperada

4.-Velocidad de Línea: Velocidad Real Trabajada / Velocidad Nominal de la línea de producción.

1.8.2. Operacionalización de Variables

Tabla 1:Operacionalización de variables

Variables	Subvariable	Definición	Indicadores	Método
<u>Eficiencia de Máquina</u>	-----	Es el % de la producción que se ha logrado alcanzar en comparación con la producción esperada.	Producción Real/Producción Esperada	Ing. De Métodos, balance de línea.
<u>Tiempo de Paradas</u>	-----	Es el % de tiempo disponible que se ha dejado de utilizar ocasionado por una parada de maquinaria	Tiempo Disponible –Tiempo utilizado para la producción	Control estadística de tiempos, para demostrar la reducción de tiempos.
<u>Calidad</u>	-----	Es el % de producción que ha sido observada por estar fuera de especificación.	Producción Rechazada/Producción Esperada	Gestión de calidad, control estadístico.
<u>Velocidad de Línea</u>	-----	Es el % de Velocidad que se ha logrado alcanzar tomando en cuenta la calidad de la materia prima y capacidad de maquinaria.	Velocidad Real Trabajada / Velocidad Nominal de la línea de producción.	Ing. De Métodos, balance de línea

1.9. Diseño de la Investigación

El enfoque buscamos realizar durante la investigación, es integrar el método experimental con una orientación a explicar y predecir lo que va a pasar en el futuro y si es necesario realizar un determinado cambio.

CAPITULO 2

REVISIÓN DE

LITERATURA

2.1 Antecedentes de la Investigación

Local

Autor: Yogger Rusmar Flores Quijano

Tesis: Mejoramiento de procesos para la reducción de costos en el área de pesaje de la empresa minera Retama S.A (2005)

El objetivo primordial de esta tesis fue implementar un mejoramiento continuo de procesos para reducir costos en el área de pesaje, utilizando la metodología Holos con el desarrollo de 7 pasos orientados a solucionar problemas.

En la Tesis se recalca la importancia del mejoramiento de procesos para la reducción de costos en el área de pesaje, elaborando manuales de procesos para calibración de balanza electrónica, verificación y mantenimiento, manual de procedimientos de trabajo seguros.

Autor: Bruno Macssari Arce

Tesis: Optimización de los costos operativos, en la etapa de desorción de las plantas de carbón de minera Yanacocha (2007).

El estudio realizado se centró en las necesidades de lograr la excelencia operacional, acceso a nuevas tierras y clima laboral. El autor considera que es necesario reforzar la aplicación de la filosofía de mejora continua y estar constantemente implementando cambios que permitan optimizar recursos disponibles para lograr los objetivos que persigue la organización sin perder de vista su filosofía en cuanto a la seguridad, salud de trabajadores, protección del medio ambiente y responsabilidad social.

Internacional

A nivel internacional se ha identificado los siguientes estudios:

Autor: José Constancio Ramos González

Tesis: Optimización de operaciones en la línea de producción para incrementar la productividad y disminuir el desperdicio. Diciembre 2001 Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.

El objetivo principal de esta tesis fue crear un marco de referencia para efecto de elegir el sistema de producción más adecuado en un sistema de manufactura, dadas las características muy propias que este pudiera tener para efecto de incrementar la productividad del sistema.

El principal beneficio de un mayor incremento de la productividad es el poder producir más en el futuro, usando los mismos o menores recursos. Desde un punto de vista nacional, la elevación de la productividad es la única forma de incrementar la auténtica riqueza nacional.

Autor: Alfonso David Ayala Hernández y Marco Ismael Serralde González

Tesis: Centro móvil triturador de PET. Instituto Politécnico Nacional. México D.F. Mayo del 2009.

El trabajo de investigación estuvo encaminado a presentar una alternativa a los Gobiernos para enfrentar el problema de contaminación que actualmente nos atañe, dirigiéndose específicamente a los residuos generados de botellas de plástico o llamado PET.

Apegándose a la estrategia “RRR”, “Reducir, Reutilizar y Reciclar”, dicho de otra forma mientras menor sea el manejo inadecuado de residuos, mejor será el aprovechamiento de las materias primas no renovables; y por consiguiente apoyando otras áreas estratégicas haciendo el ahorro de energía, conservando el medio ambiente y contribuyendo a reducir el calentamiento global.

Concluyen proponiendo un diseño mecánico capaz de triturar los envases de PET (Polietileno Etilén Tereftalato), originados del post-consumo, en pequeños pedazos (hojuelas), de tal forma que estas puedan ser comercializadas en el sector de reciclaje, logrando así sintetizar el proceso común de reciclaje del PET al mismo tiempo que ayude al medio ambiente en diversos ámbitos.

En la revista: Tecnologías del plástico setiembre del 2011. En el artículo el reciclaje del PET está en su mejor momento (Por María Natalia Ortega Leyva pág. 12-14)

Encontramos que el mercado está comenzando a percibir el uso de materiales reciclados como una ventaja, gracias a tecnologías para hacer nuevos productos de alto valor con estos materiales.

Los desafíos locales para el fortalecimiento de la industria son muchos, pero los beneficios son mayores. El clima de negocios es favorable.

Por ejemplo, Japón, el país más avanzado en este campo, registró una tasa de reciclaje de botellas de PET (volumen total de recolección/volumen de botellas vendidas) de 77,9 % en 2009, según datos del Consejo de Reciclaje de Botellas de PET de ese país. Por su parte, Europa tiene cifras consolidadas de 48,3%, de acuerdo con la Asociación Europea de Reciclaje de Contenedores de PET (Petcore), y Estados Unidos de 28%, según la

Asociación de Resinas de PET (Petra). Brasil es el líder con una tasa de 55,6%, seguido por Argentina con 34%, según reportes de la Asociación Brasileña de la Industria del PET (Abipet).

El tema del acopio es crítico para la industria de reciclaje en América Latina, donde no hay una cultura de separación en la fuente. Aun así las cifras de recuperación muestran un gran potencial.

2.2 Base Teórica

Productividad

Se ha definido que es conveniente comenzar a definir el significado de productividad en un sistema de manufactura. La productividad en su sentido más amplio es la relación entre cierta producción y ciertos insumos. Se considera productividad al resultado que se obtiene de un proceso productivo en relación con los insumos utilizados y el esfuerzo que se pone en el desarrollo de sus actividades, es decir que un proceso es productivo si se aprovecha al máximo cada recurso. (Bogotá emprende- 2008. Pág. 3)

Productividad = Producción/insumos

La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha producido como erróneamente se considera. Es una medida de lo bien que se ha combinado y utilizado los recursos para cumplir los resultados específicos deseables.

Es a fin de cuentas, una razón entre la efectividad de la producción total y la eficiencia con que se emplearon los recursos totales consumidos.

Productividad = Efectividad/eficiencia

Es usual ver la productividad a través de dos componentes:

Eficiencia y Eficacia, la primera es simplemente la relación entre el resultado alcanzado y recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados. Buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicio de recursos, mientras que la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados. (Humberto Gutiérrez Pulido, Calidad Total y Productividad México 2010)

Cómo implementar los conceptos de productividad en una línea de producción

El concepto de productividad implica la interacción entre los distintos factores del lugar de trabajo. Mientras que la producción o resultados logrados pueden estar relacionados con muchos insumos o recursos diferentes, en formas de distintas relaciones de productividad- por ejemplo, producción por hora trabajada, producción por unidad de materia, producción por unidad de capital, etc.-, cada una de las distintas relaciones o índices de productividad se ve afectada por una serie combinada de muchos factores importantes.

Estos factores determinantes incluyen la calidad y disponibilidad de los materiales, el porcentaje de utilización de la capacidad instalada, la disponibilidad y capacidad de producción de la maquinaria, la actitud y el nivel de capacidad de la mano de obra, y la motivación y efectividad de los administradores.

La manera como estos factores se relacionan entre sí, tiene un importante efecto sobre la productividad resultante, debida según cualquiera de los muchos índices de que se dispone.

El principal beneficio de un mayor incremento de la productividad es el poder producir más en el futuro, usando los mismos o menores recursos. Desde un punto de vista nacional, la elevación de la productividad es la única forma de incrementar la auténtica riqueza nacional. Un uso más productivo de los recursos reduce el desperdicio y ayuda a conservar los recursos escasos o más caros. Sin un aumento de la productividad los equilibra, todos los incrementos de salarios, en lo demás costos y en los precios sólo significarán una mayor inflación.

Un constante aumento en la productividad es la única forma como cualquier país puede resolver problemas tan opresivos como la inflación, el desempleo, una balanza comercial deficitaria y una paridad monetaria inestable.

En la actualidad, existe un mercado tan competitivo a nivel mundial que ya no es posible aumentar las utilidades de una empresa elevando los precios de venta, sino que es necesario reducir los costos de producción como única alternativa para lograr tal fin. No es raro ver hoy en día, que el enfoque de los administradores aún se incline por un aumento en el volumen de ventas y hagan menos hincapié en controlar, sino es que reducir, los costos de producción. Esta actitud es resultado de un acondicionamiento provocado por la expansión de los mercados y de las ventas, de las que disfrutaron muchas empresas en las década de los 60's y principios de los 70's. Sin embargo, en la actualidad se ha dado una contracción en los mercados mundiales, por lo que ya no es apropiado basar las expectativas de crecimiento de una empresa tan sólo en un incremento en el volumen de ventas.

Como incrementar la productividad en un proceso de manufactura.

Existen diversos factores que involucran a la productividad en un proceso de manufactura estos están algunas veces relacionados en forma directa con el área de producción mientras que otros factores están ligados con la estructura de la organización y administración de la empresa. Se puede decir entonces en forma simple que la única forma de incrementar la productividad es disminuyendo o eliminando el desperdicio en el sistema, refiriéndose este como cualquier factor que no represente un valor agregado al proceso productivo en las operaciones de manufactura. Con esto podemos definir los tipos de desperdicio que existen estrictamente a un proceso de manufactura los cuales están clasificados en:

- Desperdicio por proceso
- Desperdicio en maquinaria o equipo
- Desperdicio por defectos.

Desperdicio por proceso

Este tipo de desperdicio en un proceso de manufactura se aprecia en el intervalo de tiempo en el cual el trabajo en proceso se encuentra en el área de manufactura, desde que ingresa como materia prima hasta que sale como producto terminado. Y está representado por todos aquellos tiempos para los cuales no está siendo procesado el producto, es decir, cuando se encuentra en movimiento en una estación de trabajo hacia otra, o cuando está en espera para ser procesado por cualquiera de las estaciones en área de almacenamiento o de espera temporal. En cualquiera de estos tiempos no se está adicionando un valor agregado al trabajo en proceso. Por supuesto, que estos tiempos no pueden ser eliminados, pero se debe cuidar y tratar de minimizar al máximo. También debe de considerarse que el área necesaria para almacenamiento temporal implica un costo, que de cierta medida lleva a restar un valor al trabajo en proceso.

Desperdicio en maquinaria o equipo

Este tipo de desperdicio se aprecia o se observa en mayor claridad cuando las facilidades físicas, inversiones en equipos, no representan un costo efectivo; es decir, cuando el sistema de operaciones que se está utilizando no logra adecuar una utilización real del equipo debido a considerables tiempos improductivos en éstos.

Desperdicio por defectos

Cuando existen características del producto que no giran dentro de las especificaciones del producto en sí, puede ocasionar, dependiendo de la gravedad que implique y de la política propia de la empresa, algunas de las siguientes situaciones:

- Que el producto sea considerado como material de desecho, y entonces todo el material, utilización de la maquinaria y los tiempos invertidos en su manufactura representen un desperdicio en el cual se incurrió
- Que el producto necesite ser re trabajado y de esta manera la inversión adicional en tiempos, uso de maquinaria y material sea un desperdicio.

Es importante destacar que el desperdicio causado por defectos está ligado directamente con los sistemas de control de calidad, y de esta forma su análisis no está contemplado dentro de los objetivos definidos para el presente trabajo de tesis.

¿Cómo podemos atacar la variación de productividad en tiempo real en la línea de producción?

La parte importante en manufactura es colocar la materia prima o sub-ensambles en la cantidad correcta en el equipo correcto y en el tiempo adecuado. Demasiada cantidad crea un exceso de inventario de trabajo en proceso. En caso invertido, es decir muy poco material ocasiona un retraso en la programación de la producción y el tiempo de ocio en la maquinaria. El resultado en la mayoría de los eventos es la utilización pobre del capital ya sea en forma excesiva de inventario de trabajo en proceso y/o baja utilización del equipo.

Elementos que debe tomar en cuenta un empresario para optimizar su proceso productivo

Un empresario que desee optimizar su proceso productivo debe iniciar por identificar qué produce, para qué clientes y de qué forma. La mejor manera de definir los pasos necesarios para esto es seguir las siguientes sugerencias:

Pasos para comenzar a optimizar un proceso productivo:

- Identificar qué produce la empresa
- Identificar los clientes potenciales y reales
- Medir los niveles de productividad
- Identificar los recursos necesarios para la producción
- Costear los materiales, insumos y suministros necesarios para producir un producto o servicio

- Realizar un diagrama de flujo básico para determinar los subprocesos,
- Actividades, documentos y demás relacionados con el proceso
- Identificar la capacidad productiva instalada
- Revisar las condiciones ambientales y de ergonomía en los puestos de trabajo
- Medir el tiempo que demora cada una de las actividades de producción
- Identificar las restricciones del proceso
- Definir el proceso de logística y compras con sus respectivos indicadores.

No quiere decir que necesariamente estos sean los pasos obligatorios para mejorar un proceso productivo, pero si son un esquema importante que ayuda al empresario a enfocar sus esfuerzos en las actividades que tienen mayor impacto. (Bogotá emprende. 2008 pág. 13)

Los Residuos plásticos

El espectacular aumento en el consumo de los plásticos en la sociedad moderna, se ha producido en paralelo con el desarrollo tecnológico de estos materiales, cuyo uso se ha extendido además de en el campo ya convencional de los envases, en la fabricación de componentes en las industrias de automoción, vivienda, vestido y todo tipo de bienes de consumo.

Sin embargo, el éxito en el desarrollo tecnológico no ha llevado emparejada la previsión de reciclado de los productos, política de reciente actualidad y que condiciona ya la propia filosofía de fabricación (Molgaard, 1995). De los materiales plásticos residuales. Los plásticos contenidos en los residuos sólidos urbanos (RSU) son mayoritariamente polietileno (PE) y polipropileno (PP) y en menor proporción están el poliestireno (PS), cloruro de polivinilo (PVC), polietilentereftalato (PET), poliestireno-butadieno (PS-BD), poli(metacrilato de metilo) (PMMA), etc.

La combustión es una idea interesante desde la perspectiva de recuperación de energía de los materiales plásticos, los cuales poseen un elevado poder calorífico (PE, 43 MJ/kg; PP, 44 MJ/kg; PS, 40 MJ/kg; PVC, 20 MJ/kg, etc.). Sin embargo, la combustión debe estar sujeta a fuertes controles medioambientales, para neutralizar los residuos sólidos y los efluentes gaseosos (como cloruro de hidrógeno de la combustión del PVC).

Una rápida reflexión sobre la situación actual en el aprovechamiento de los plásticos nos lleva a las siguientes conclusiones: Los plásticos, por su composición y su origen derivado del petróleo y por tanto de una materia prima agotable, son un residuo de alto valor, relativamente fácil de recuperar y abundante (tanto o más que el vidrio en los residuos

domésticos y creciente entre los residuos industriales). Paradójicamente no ha sido objeto de una recogida selectiva y prácticamente la mayoría del que se ha recuperado procede de las plantas de tratamiento de residuos domésticos. En conjunto, el porcentaje de recuperación del plástico utilizado en diferentes sectores industriales es muy bajo.

La explicación de esta situación se debe a varios motivos:

El envase plástico no es retornable como las botellas de vidrio (por ejemplo, las experiencias de retornos con el plástico de PET llevado a cabo en Alemania se han abandonado por su ineficacia y coste).

Su baja densidad eleva el coste de transporte, haciendo imprescindible su rotura para el transporte a los centros de reciclaje.

La diversidad de materiales plásticos, de diferente composición, exige una separación en familias antes de ser reciclado, complicando la recogida selectiva.

Sin embargo, la paradoja es evidente, las dificultades de reutilización directa de estos residuos acrecientan el interés por su recuperación, debido a su creciente uso, elevado precio y los problemas de eliminación que presentan. Estos aspectos son más pronunciados precisamente en los plásticos no reutilizables (como los envases y envoltorios alimentarios).

El valor de los materiales plásticos de desecho debe contemplarse también estratégicamente más allá de la situación actual del mercado de crudos petrolíferos, el cual está sujeto a complejos avatares socioeconómicos. Para la fabricación de productos plásticos de base se parte del crudo de petróleo, contemplando ambos mercados en competencia, el aumento de la producción de plásticos implica producir menos combustibles o aumentar la importación y destilado del petróleo bruto. Por ejemplo, en el caso del polietileno, el plástico de uso doméstico más común, hace falta destilar 18,7 Tm de petróleo bruto para obtener 3,74 Tm de nafta, de las que finalmente se producirá una tonelada del polímero.

Desde esta perspectiva, la importancia de reciclar el plástico cobra así una dimensión inexistente en otros materiales y ayuda considerablemente a justificar su reciclado. En la década de los 90 la Unión Europea y Japón (Shelley y cols., 1992) han sido los líderes en el reciclado de plásticos.

Tecnologías de reciclado

Existen diversos métodos en el tratamiento del reciclado de los plásticos, denominados: Primario, secundario, terciario y cuaternario.

El tratamiento primario consiste en operaciones mecánicas para obtener un producto de similares características que el producto original. Este reciclado se aplica para el aprovechamiento de recortes de las plantas de producción y transformación, y corresponde a un porcentaje muy reducido de los denominados residuos plásticos.

En el tratamiento secundario, consistente en la fusión, los desechos son convertidos en productos de diferentes formas y con mayor espectro de aplicaciones, las cuales son diferentes a las del plástico original, en un proceso evolutivo "en cascada" hacia prestaciones inferiores.

Esta es la tecnología más usada hasta ahora, particularmente en la industria del automóvil, y se estima en sólo el 20% los plásticos que pueden ser reciclados de esta forma.

El reciclado terciario, o "reciclado químico", persigue el aprovechamiento integral de los elementos constitutivos del plástico, por transformación del mismo en hidrocarburos, los cuales pueden ser materias primas integrables bien nuevamente en la ruta de obtención de plásticos o en otras rutas de la industria petroquímica. Los métodos pueden ser químicos o térmicos, dependiendo del tipo de polímero.

El reciclado cuaternario consiste en la incineración para recuperar energía. Actualmente es muy contestado socialmente por los problemas medioambientales.

La ruta química de reciclado terciario es la solvólisis o descomposición química, la cual se puede realizar por diferentes vías: metanólisis, glicólisis, hidrólisis y aminólisis (Dawans, 1992).

La solvólisis, o descomposición química, ruta más desarrollada industrialmente que la térmica, es aplicable solamente a polímeros de condensación (poliésteres, nylon y poliuretanos), los cuales tienen grupos funcionales unidos por enlaces débiles que son susceptibles de disociación por ataque con determinados agentes químicos. Según el agente utilizado las vías de tratamiento son: Metanólisis, glicólisis e hidrólisis.

Es de destacar que los procesos de metanólisis (con metanol) y glicólisis (con etilenglicol) eliminan impurezas de los plásticos y los compuestos obtenidos se pueden dedicar a la fabricación de artículos con restricciones de calidad como los de envasado de alimentos.

En USA hay varias plantas de reciclado por metanólisis y glicólisis (Shelley y cols., 1992). Du Pont de Nemours, Eastman Kodak y Goodyear han perfeccionado la recuperación de

politereftalato de etileno (PET) para obtener tereftalato de dimetilo (DMT) y etilenglicol (EG) (Chem Week, 1992). En Francia, Technochim obtiene ácido tereftálico por saponificación de PET (Dawans, 1992). En Alemania, la Hoesch está trabajando para reciclar poliacetal, usado en los coches y accesorios eléctricos. Se recuperan los monómeros, trioxano y formaldehído, tratando el plástico con un ácido mineral fuerte (Shelley y cols., 1992).

El método termolítico de descomposición es necesario para la rotura de las cadenas de los polímeros de adición como los vinílicos, acrílicos fluoroplásticos y poliolefinas (Scott y cols., 1991). Este método tiene mayor diversidad y flexibilidad que la solvólisis en tanto que comprende tratamientos a altas temperaturas como la pirólisis y gasificación y otros procesos que son habituales en refinería, generalmente con intervención de catalizadores sólidos:

Craqueo térmico, hidrogenación catalítica y craqueo catalítico. Los polímeros son convertidos a monómero, a combustibles gaseosos y líquidos, y a compuestos de base en la petroquímica.

Algunas opciones de descomposición térmica tienen la ventaja de disponer parcialmente de infraestructura en las refinerías con tecnologías contrastadas.

Los inconvenientes se centran en:

- 1) El coste de la necesaria separación y clasificación de plásticos.
- 2) La alimentación al equipo de tratamiento, preferiblemente en una corriente fluida.
- 3) La eliminación de contaminantes como el cloro y el nitrógeno. Estando resueltos los mayores problemas tecnológicos de estos métodos, el reto es hacer interesante la economía de estos tratamientos, cuya competitividad dependerá siempre del precio del barril de petróleo.

La hidrogenación catalítica es una vía más avanzada comercialmente. La planta de Veba Oel en Alemania procesa 400 Tm/año de plásticos (acepta hasta un 10 % de PVC). Opera a 150-300 bar y 470 °C en atmósfera de hidrógeno, dando un producto con un 60% de parafinas, 30% de nafta, 9% de aromáticos y 1% de olefinas. La rentabilidad de la planta exige una tasa de 120 USD/Tm de plástico tratado. BP Petrochemical está creando un consorcio para comercializar un proceso de hidrogenación catalítica y han hecho ensayos con poliolefinas. Para ser rentables se necesitaba una subvención de 15-150 USD/Tm (Shelley y cols., 1992). (Revista Iberoamericana de Polímeros Volumen 5(1), Arandes et al)

Enfoque Teórico de Costos

Con respecto a la estrategia que se propone que la empresa debe aplicar, utilizando el modelo estratégico de Porter, la empresa orienta su estrategia hacia liderazgo de costos.

Liderazgo en costos: En sí una empresa se propone ser el productor de menor costo en su sector industrial. A precios equivalentes o menores que sus rivales la posición de costo bajo de un líder se traduce en mayores retornos. Las fuentes de las ventajas en el costo son variadas y dependen de la estructura del sector industrial. Puede incluir economías de escala, tecnología propia, acceso preferencial a materia primas por ejemplo. Los productores de costo bajo venden básicamente un estándar, o un producto sin adornos. Sin embargo no puede ignorar las bases de la diferenciación, ya que si su producto no se percibe como comparable o aceptable para los compradores, se verá obligado a fijar precios muy por debajo de sus competidores para lograr ventas.

En el caso de CLEAR PET, al ser líderes en el mercado con un 80% del total de las ventas a nivel nacional y con el proyecto de producción de resina reciclada que actualmente a nivel mundial es considerado un Comodity, permite la creación de una ventaja competitiva a la empresa permitiéndole consolidarse no solo a nivel nacional, sino también en los países de Sudamérica y Centroamérica donde tiene presencia (Colombia, el Salvador)

La estrategia aplicada en busca de disminución de costos debe concentrarse en el análisis de las siguientes variables:

- Costo de las materias primas y materiales: Disminución de los precios de adquisición de las materias primas importadas.
- Técnicas de producción: Utilización más eficiente de materias primas, menor residuo de procesos, aumento de la calidad de la producción.
- Diseño de productos: Adecuación de diseño a patrones internacionales, diseño que disminuyan costos, diseños que integren las producciones del complejo, diseños que obtengan parámetros competitivos.
- Efecto aprendizaje: Aumento de destrezas, capacidad innovadora, aumento de la eficiencia en la cooperación, organización empresarial.
- Economías de escalas: Especialización, economías de alcance, costos compartidos con otros negocios (Dumping industrial interno), utilización de capacidades instaladas, relación Costos fijos-Costos variables, costos diferenciales como patrón de costos.

Enfoque teórico de los costos

En el mundo de los negocios el aprovechar al máximo los insumos utilizados, evitando la pérdida, o el material de descarte para darle un uso económico o productivo, cobra relevancia, porque no sólo nos enfocamos a ser eficaces, sino también a ser eficientes a la vez creativos e innovadores.

El objetivo de las empresas en su mayoría de los casos es incrementar al máximo su utilidad, ante este objetivo las alternativas para lograrlo, es mediante incremento de ingreso por ventas, o también mediante reducción de costos, en este aspecto hablamos de economías de escala. Existe una tendencia natural y lógica que, al crecer una empresa, simplemente con base en el nuevo y mayor tamaño (en relación con el anterior) los procesos de producción, operación, ventas, administración interna, etc., se vuelven más eficientes. Dicha eficiencia se manifiesta en alguna de las tres Posibilidades que a continuación se consignan:

- Manteniendo un nivel igual en ventas y/o en producción, los costos unitarios necesarios para tal fin son reducidos.
- Manteniendo un nivel igual de costos unitarios, el nivel de ventas y/o el de producción se incrementa.
- Una combinación de los dos casos anteriores.

Economías de escala: (Scale economies) Estrictamente, existen cuando los aumentos en el tamaño de planta o en los volúmenes de producción van acompañados con incrementos proporcionalmente menores en los costos totales de producción, lo que hace que los costos medios sean decrecientes.

En nuestro caso al contar con materia prima producto del reciclaje de botellas PET, la reducción de costos se convierte en un elemento relevante para minimizarlo.

Costos de Producción: Para nuestro caso específicamente consideramos los recursos: Insumos, mano de obra.

Costos de Producción:

Entre los costos de producción de la planta de Reciclado se considera lo siguiente:

Costo de Materia Prima:

La materia prima es la botella post consumo prensada, la cual se compra a diferentes proveedores y sus precios son variables según la estación del año, en verano el consumo de bebidas gaseosas es mayor, por lo tanto hay abundancia y los precios bajan, en invierno los precios tienden a incrementarse.

Los precios referenciales promedio son de 2 soles x Kg

Costo Operativo: Está comprendido por la planilla representada por todo el personal operativo que es responsable directo de la producción.

El costo está estructurado por:

Personal Administrativo:

Gerente

Jefe de Planta

Jefe de Mantenimiento

Jefe de Control de Calidad

Analistas de Calidad

Supervisor de Mantenimiento

Asistente de Producción

Personal Operativo:

Personal de Mantenimiento

Supervisores de Planta

Operadores

Montacarguistas de Planta

Ayudantes

Costo Energético: Representada en Soles el consumo de energía necesaria para que todas las máquinas de planta funcionen y produzcan.

Costo de Servicios Auxiliares: Representada en soles el consumo de agua, de gas para las calderas que generan el vapor.

2.3 Definición de Términos

1.-Balas: Se le denomina al bloque de botellas que han sido prensadas y ajustados con un atador metálico.

2.-Big Bags: Se le denomina al empaque plástico de forma cúbica que sirve para almacenar la resina reciclada de PET.

3.-Botella Post-Consumo: Es la botella que ya ha sido utilizada y descartada al tacho de desperdicios.

4.-Camas de Flotación: Son equipos en forma de estanques que separan los materiales pesados de los livianos por sedimentación.

5.-Debalador: Máquina que sirve para desbaratar las balas de botella prensada.

6.-Extrusora: Máquina que se utiliza para el proceso de extrusión, donde el flake pasa a convertirse en resina.

7.-Flake: Es la hojuela de plástico resultado de la molienda de la botella PET.

8.-Inyección: Proceso mediante el cual la resina pasa a convertirse en Preforma.

9.-Peletizador: Equipo que se encarga de convertir la resina que sale de la extrusora en pelets de resina.

10.-PET: Es el abreviado del plástico Polietileno Tereftalato.

11.-Preforma: Es el tubito producido de la inyección que después de pasar por un proceso de soplado, pasa a convertirse en la botella plástica.

12.-Reactor: Es la máquina que se encarga de descontaminar la resina reciclada.

13.-Resina Reciclada: Es la resina que se produce a través de un proceso de botellas post consumo.

14.-Resina Virgen: Es la resina que se produce a partir de los derivados del petróleo.

15.-Sedimentación: Proceso mediante el cual los sólidos que tienen mayor densidad que el líquido que los contiene, tiende a hundirse.

16.-Soplado: Proceso mediante el cual la preforma pasa a convertirse en botella.

CAPITULO 3

SOLUCION PROPUESTA

Diagnóstico de la Realidad Actual

3.1 Descripción general de la empresa

Clear PET es una industria que inició sus actividades en el negocio de envases PET en 1995, la compañía cuenta con más de 65 años de experiencia en el sector industrial del Perú. La administración está a cargo de la tercera generación familiar y se caracteriza por ser líder en la producción y comercialización de envases PET en el mercado peruano, también cuenta con centros de producción en Ecuador, Colombia, Panamá y el Salvador.

Sus planes de crecimiento implican una mayor penetración en el mercado peruano y mayor presencia en otros países de la Región Latinoamericana.

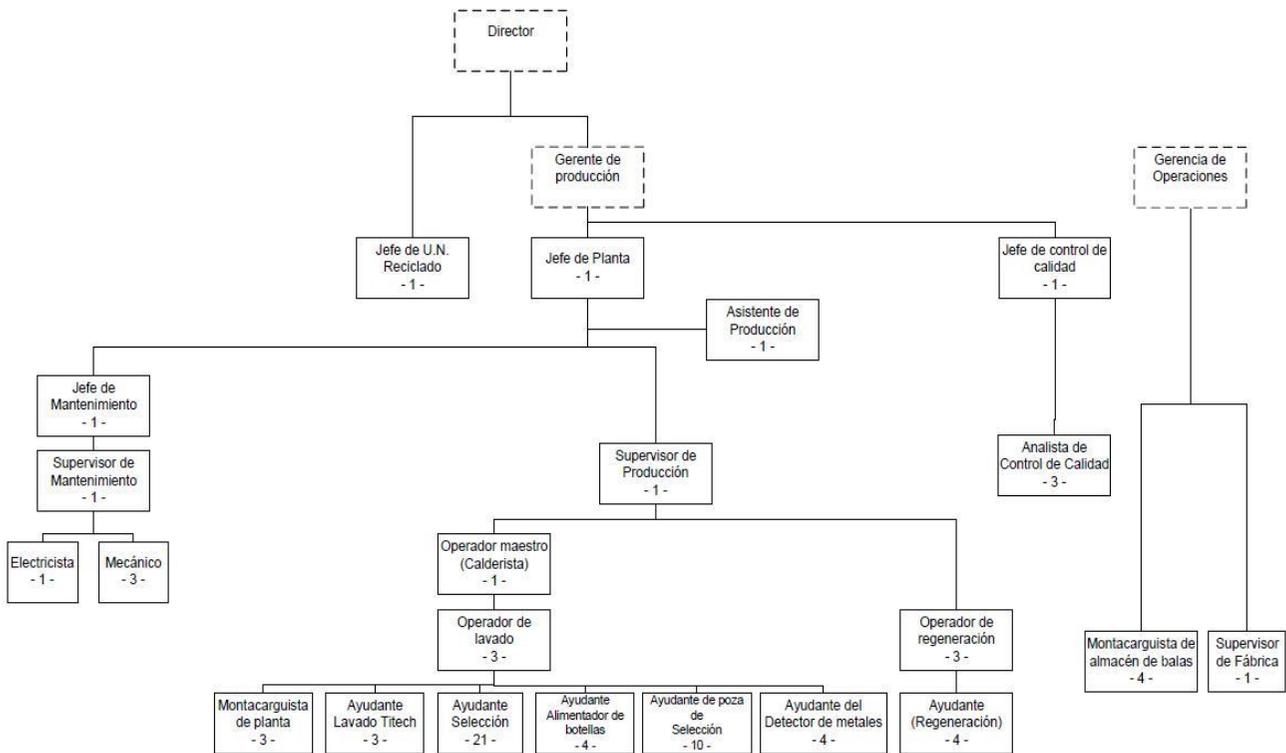
Su propósito principal es mantener un alto índice de satisfacción en sus clientes, no solo por la calidad de sus productos, sino también por la personalización y eficiencia de sus servicios.

La compañía se encuentra ubicada en el distrito de Cercado de Lima, provincia de Lima, departamento de Lima.

3.1.1 Cultura Organizacional



3.1.2 Organigrama de la Planta Clear PET



3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis

En la empresa CLEAR PET una línea de producción reciente es la producción de resina reciclada PET a partir de la compra de botellas post consumo.

La planta de reciclado que opera desde el año 2012, es donde se presenta el problema. En la planta de reciclado, se realizan dos etapas:

Línea de Lavado: Comprende las actividades desde recepción de materia prima, lavado en caliente, separación de botellas de color y no PET, molienda, lavado en frío, sedimentación, secado y almacenamiento.

Es en esta etapa donde se realiza la separación de todo el desperdicio. (Tapas, etiquetas, botellas de color, no PET y componentes metálicos)

Línea de regeneración: Comprende las actividades desde recepción de materia prima (lavada), extrusión, peletizado y descontaminado.

Es a partir de su giro principal: La inyección de preformas y posteriormente el soplado de botellas de plástico PET, para lo cual utilizan resina virgen importada, convergen en la

necesidad de elaborar su propia resina, la que ha permitido implementar el proyecto generación de resina reciclada a través de la botella post consumo.

Sin embargo encontramos que en el proceso lavado existen varios aspectos a mejorar para incrementar la eficiencia de máquina de la línea la cual en la actualidad se encuentra en 50%, estos aspectos abarcan desde el aprovisionamiento de la materia prima (Calidad), el proceso de lavado propiamente dicho (Paradas de Planta, Velocidad de línea) hasta la disposición de todos los desperdicios (Desperdicios y Mermas)

Como hemos comentado anteriormente la presencia de desperdicios en la línea de producción conlleva a otros problemas:

- Requerimiento de espacios para almacenarlos.
- Sobrecosto para la eliminación de este desperdicio.
- Desperdicios representa un 22% del precio pagado por la materia prima reciclada.
- Contaminación cruzada, compromete la inocuidad de los productos terminados de las otras dos líneas de producción (inyección y soplado).

Lo que anteriormente hemos mencionado muestra las siguientes características:

-El material de descarte (polietileno y polipropileno), constituye un sobrecosto para la empresa (Tapas y etiquetas que vienen en las botellas).

-En el caso del costo de la materia prima al proveedor se le cancela por el peso bruto recibido no se le descuenta mermas, como tapas, envolturas, metales, botellas que no son de material PET, barro, cartones entre otros, en este punto el proveedor recibe 2.2 S/ por kilo puesto en planta.

-El consumo diario de materia prima es de 60 Toneladas métricas, si la merma estándar identificada es del 22%, esto representaría una pérdida de 29,040 Soles diarios, equivalente a 10'454,400 soles al año.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO LAVADO

OPERACIÓN	INSPECCIÓN	ALMACENAMIENTO	TRANSPORTE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
				RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	Se reciben las balas de botella post consumo prensada y seleccionada por color.
				ABASTECIMIENTO	Con el uso de un montacargas clamp se traslada la materia prima hacia la primera máquina del proceso.
				PRELAVADO	Se inicia el primer lavado de la botella para remover tierra y otros contaminantes de manera superficial.
				CLASIFICACIÓN	Se clasifica electrónicamente y manualmente las botellas por color, dejando pasar solo el producto transparente.
				MOLIENDA	Con el uso de un molino húmedo se procede a moler la botella lavada y clasificada a un tamaño de 10mm.
				CLASIFICACIÓN	A través de un proceso de separación por sedimentación, se retiran las tapas y etiquetas molidas del flake transparente.
				SECADO	Con el uso de generadores de aire caliente se procede a secar el flake.
				CLASIFICACIÓN	Se clasifica y separa electrónicamente el flake de color que no es transparente.
				ALMACENAMIENTO	Se procede a almacenar el flake en silos de 4TN o Big Bags de 500Kg.
				TRANSPORTE	A través de un sistema soplador, se transporta el flake al segundo proceso de regeneración para la producción de resina.

Proceso de Producción

Descripción del Proceso

1.- Recepción de materia prima:

Esta Área conformada por una garita de recepción en la cual los camiones con materia prima ingresan y presentan sus guías para poder ser registrados y puedan ser pesados en una balanza de 80TN diseñada para camiones, primero pesan con materia prima (Peso bruto), después de la descarga, pesan el camión vacío (la tara), esta diferencia correspondería al peso neto de la materia prima (la cual viene en balas de botella prensada).

En la actualidad, contamos con 2 proveedores uno de la zona norte de Lima y otro de la Zona Sur de Lima, estamos en la búsqueda de nuevos proveedores que acopien materia prima de otras ciudades.

Dichos proveedores son personas que inicialmente trabajaron de manera informal en el reciclaje de cartón, papel, vidrio y metal y ahora debido a la demanda del mercado se han formalizado como empresa y se dedican al reciclaje adicional del plástico.

En el área de recepción trabajan:

Un Portero: El cual se dedica a recepcionar las guías de los camiones que traen la materia prima y verificar que estén registrados en el sistema.

Un montacarguista: El cual se dedica a descargar las balas de botella prensada de los camiones y acopiarla en el almacén y a la vez se encarga de alimentar a la planta con dichas balas según los requerimientos de la producción.

2.- Proceso de Lavado:

En este proceso se reciben las balas de materia prima y son despachadas al proceso con una faja transportadora metálica la cual inicia el proceso de lavado.

En dicho proceso las balas de materia prima (Botella Prensada) son desarmados con el equipo llamado de balador el cual desarma la bala y dosifica al sistema con botellas sueltas.

Después de ello las botellas pasan por un sistema de lavado donde se descontamina la botella por primera vez, en este proceso se descarta parte de las tapas y etiquetas que venían con las botellas y son eliminadas fuera del proceso (Insumo de descarte)

Luego las botellas pasan por un sistema automático para selección de botellas, donde se separan las botellas de color y las botellas que no son de material PET, de las botellas transparentes que son el producto que necesitamos procesar, después de esta selección, se separan los objetos metálicos (con un detector de metales) y la botellas transparentes ingresan al molino donde son totalmente molidas y pasan a convertirse en un nuevo producto llamado FLAKE (Hojuelas de PET)

Este Flake ingresa a unas camas de flotación donde por segunda vez se vuelve a descontaminar por sedimentación, ya que las tapas y etiquetas molidas tienden a flotar y el material Flake PET tiende a hundirse en el agua.

Luego de esta separación el Flake pasa a un sistema de lavado por caliente (Vapor) donde se remueve el pegamento que se utiliza para pegar las etiquetas de las marcas a las botellas, posteriormente pasa por un tercer lavado para descontaminación donde se separa las etiquetas que estaban pegadas a la botella por última vez.

Después de este proceso el Flake pasa por secadores donde se elimina el agua y la humedad y pasa por otro sistema de separación de flake por color, donde solamente pasan los flakes de color transparente (Cristal) posterior a ello son almacenados en tres silos llamados buffers, donde se extrae una muestra para ser analizado en el laboratorio y después de pasar por el control de calidad son transportados por tuberías al siguiente proceso.

3.-Proceso de Regeneración:

En este proceso los flakes son recepcionados en un silo de almacenamiento el cual dosifica flake a la extrusora a través de unos secadores deshumedecedores, con ello garantizamos que el flake no contiene humedad antes de ingresar al proceso de extrusión donde el flake tiende a cambiar de estado físico y posteriormente a través de un peletizador tenemos como producto del proceso la resina circular, dicha resina ingresa a un sistema enfriador el cual se encarga de disminuir la temperatura de la resina caliente, que luego va a pasar a un cristizador donde la resina se cristaliza, luego a un reactor continuo donde durante una residencia de 6 horas a temperaturas elevadas y con un sistema de succión en vacío, la resina es descontaminada de otros componentes que son vaporizados y eliminados del proceso, con ello obtenemos resina reciclada lista para ser transportada a través de tuberías al silo de almacenamiento de resina reciclada ubicado en la planta de inyección donde posteriormente será mezclada con resina virgen para la elaboración de preformas.

4.-Almacenamiento de Producto terminado:

Como ya hemos comentado, la resina reciclada se transporta a través de tuberías al silo de la planta de Inyección, pero también es embolsada en Big Bags y almacenada en el área de producto terminado, donde contamos con un stock de seguridad para mantener la continuidad de las operaciones.

En este almacén tendremos la capacidad de almacenar aproximadamente 2000 Toneladas de resina reciclada.

3.3 Identificación del problema e indicadores actuales

Para la identificación del problema, se ha analizado información de los reportes de producción, reporte de paradas y reporte de calidad del proceso lavado, con dicha información se elaboran paretos de fallas y análisis causa-efecto, para determinar en orden de criticidad los problemas que tienen mayor incidencia en la eficiencia de máquina del proceso Lavado.

Es importante mencionar que la eficiencia de la máquina depende directamente de:

- a) Paradas de Planta
- b) Calidad de Materia Prima
- c) Velocidad de Línea

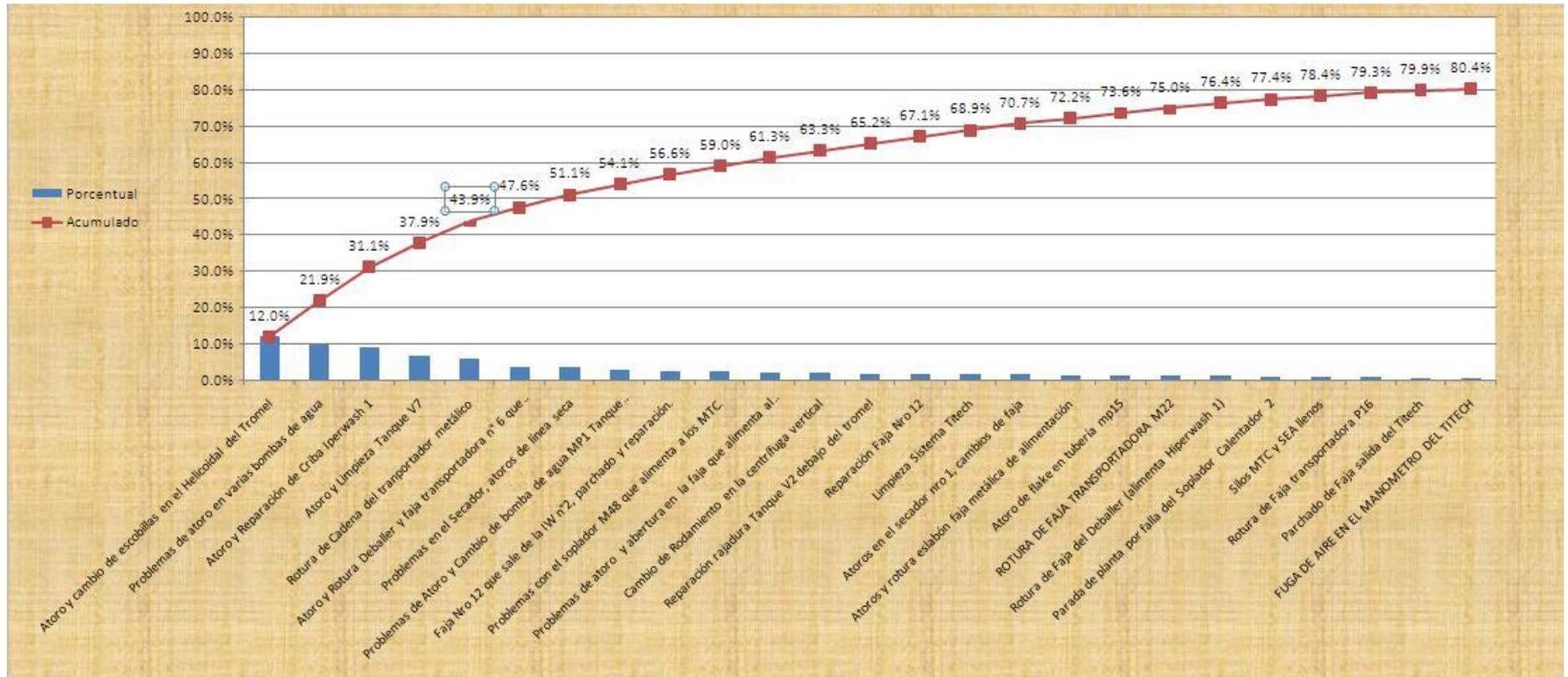
3.3.1 Pareto de Fallas Planta Lavado

Para el Pareto de fallas se han analizado la totalidad de los reportes de parada desde los inicios de la operación lavado, por lo que presentamos un diagrama de Pareto resumen y en el anexo (Pág. 67-68) podrán apreciar los reportes mensuales de parada de planta.

Reporte de Fallas Planta Lavado Año 2012

Item	Problema Presentado	Tiempo Parada (min)	%	Acumulado
1	Atoro y cambio de escobillas en el Helicoidal del Tromel	114.25	12.03%	12.03%
2	Problemas de atoro en varias bombas de agua	94.58	9.96%	21.99%
3	Atoro y Reparación de Criba Iperwash 1	88.25	9.29%	31.28%
4	Atoro y Limpieza Tanque V7	64.50	6.79%	38.07%
5	Rotura de Cadena del transportador metálico	57.00	6.00%	44.07%
6	Rotura faja transportadora n° 6 que alimenta la IW 1	35.75	3.76%	47.83%
7	Problemas en el Secador, atoros de línea seca	33.50	3.53%	51.36%
8	Atoro y Cambio de bomba de agua MP1 Tanque V6	28.00	2.95%	54.31%
9	Faja 12 que sale de la IW n°2, parchado y reparación.	24.25	2.55%	56.86%
10	Problemas con el soplador M48 que alimenta a los MTC.	22.75	2.40%	59.26%
11	Atoro y abertura en la faja que alimenta al molino.	21.75	2.29%	61.55%
12	Cambio de Rodamiento en la centrífuga vertical	19.50	2.05%	63.60%
13	Reparación rajadura Tanque V2 debajo del tromel	18.25	1.92%	65.52%
14	Reparación Faja Nro. 12	18.00	1.90%	67.42%
15	Limpieza Sistema Titech	17.25	1.82%	69.23%
16	Atoros en el secador nro. 1, cambios de faja	17.00	1.79%	71.02%
17	Atoros y rotura eslabón faja metálica de alimentación	14.00	1.47%	72.50%
18	Atoro de flake en tubería mp15	13.50	1.42%	73.92%
19	ROTURA DE FAJA TRANSPORTADORA M22	13.50	1.42%	75.34%
20	Rotura de Faja del Deballer (alimenta Hiperwash 1)	13.00	1.37%	76.71%
21	Parada de planta por falla del Soplador Calentador 2	10.00	1.05%	77.76%
22	Silos MTC y SEA llenos	9.50	1.00%	78.76%
23	Rotura de Faja transportadora P16	8.00	0.84%	79.60%
25	Problemas varios	187.25		
	TOTAL DE HORAS	949.83		
	EN DIAS	39.58		

DIAGRAMA DE PARETO DE FALLAS PLANTA LAVADO



3.3.2 Calidad de Materia Prima:

Con referencia a esta variable se pudo detectar que la calidad de la materia prima afecta considerablemente la eficiencia de máquina:

-Alto contenido de basura, metales, barro que ocasionan atoros en las máquinas y deterioro de los equipos. (Paradas de Planta)

-Mayor esfuerzo para evacuar todos los desperdicios que la línea genera durante su ciclo productivo. (Más recursos)

-Menor cantidad de producto conforme durante la línea de proceso. (Velocidad de Línea)

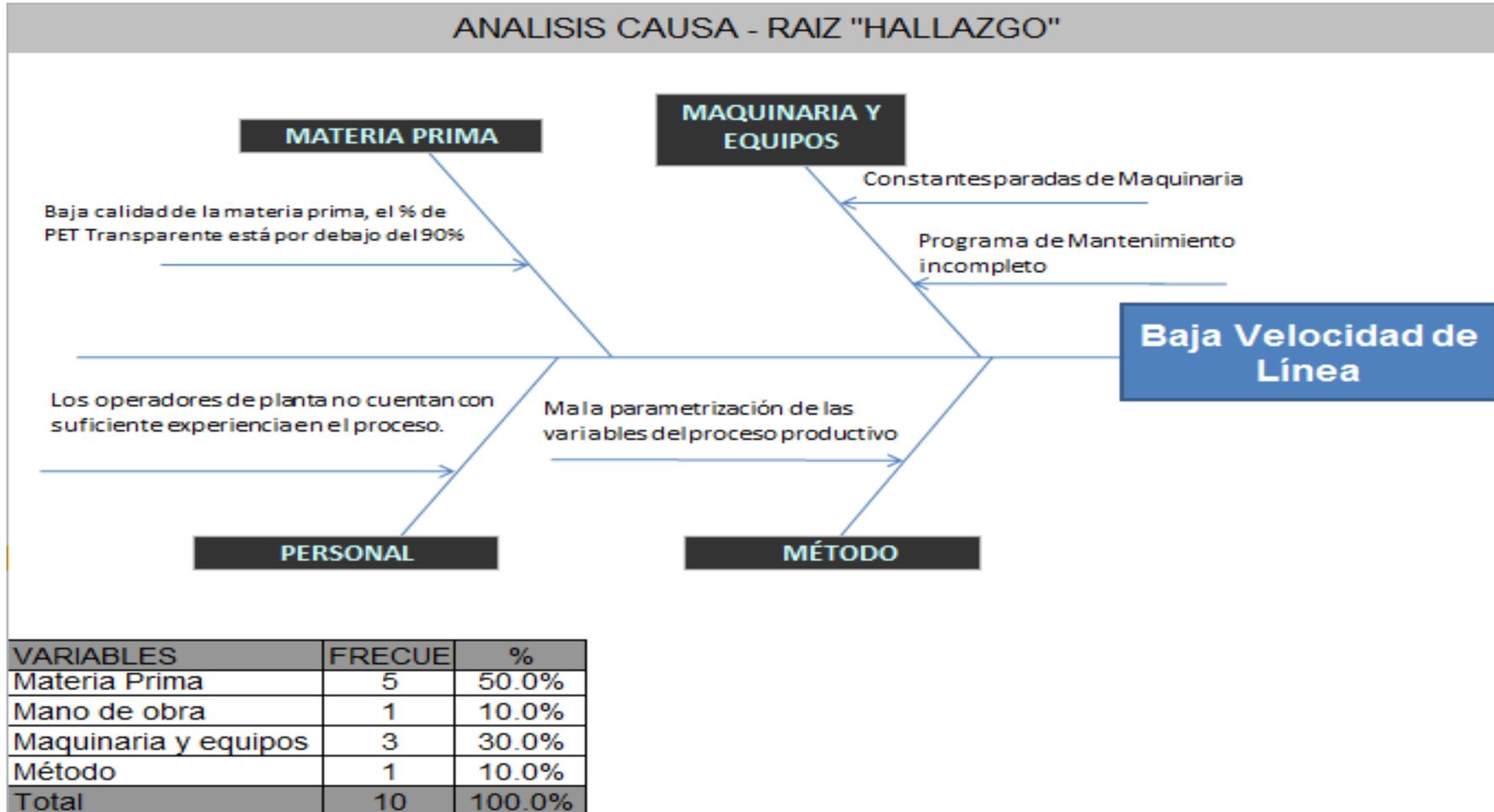
Se realizó un muestreo de la composición de la materia prima donde se pudo detectar bajos contenidos de botella pet transparente y altos contenidos de botellas de colores, no pet, metales, entre otros.

Calidad de la Materia Prima Planta de Reciclado

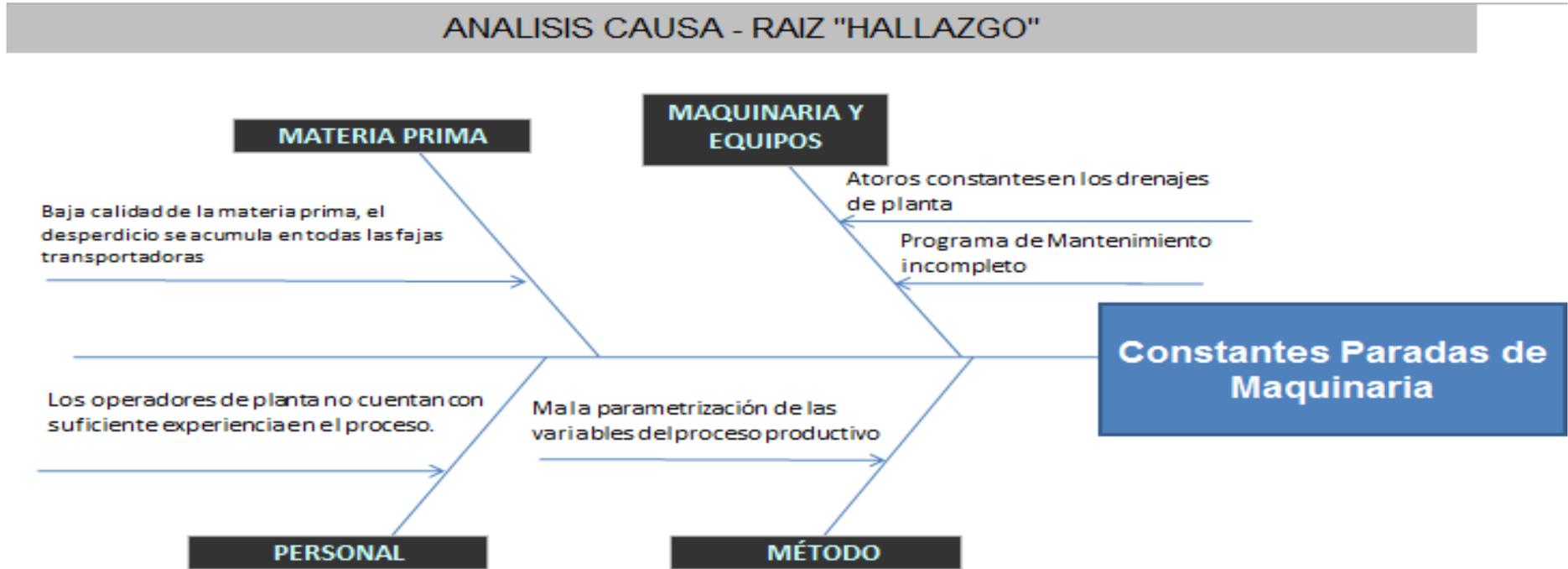
Componentes	Antes de Establecer Especificaciones de Calidad	
	Composición Total	
	Kilos	%
PET Verde	17.93	11.91%
PET celeste	10.21	6.78%
PET Azul	3.06	2.03%
PET Marrón	1.60	1.06%
PET Rosado	0.25	0.16%
PET Blanco	0.05	0.03%
Botella PVC	0.59	0.40%
Botella PET con etiqueta PVC	0.55	0.36%
Botella PET con etiqueta PVC TRASPARENT	0.00	0.00%
Botella PET con etiqueta PETG	1.33	0.89%
Desperdicio (no PET)	18.4	12.22%
Desperdicio (PET Amarillo)	15.4	10.23%
Metales	0.35	0.23%
Botella PET Cristal S/E C/T	80.80	53.68%
Botella PET Cristal C/E		
Botella PET Cristal S/E S/T		
Total	151	100%

3.3.3 Análisis Causa-Efecto:

Para la variable velocidad de línea se ha elaborado un diagrama causa-efecto donde se puede apreciar los factores que afectan esta variable.



Para la variable constantes paradas de maquinaria se ha elaborado un diagrama causa-efecto donde se puede apreciar los factores que afectan esta variable.



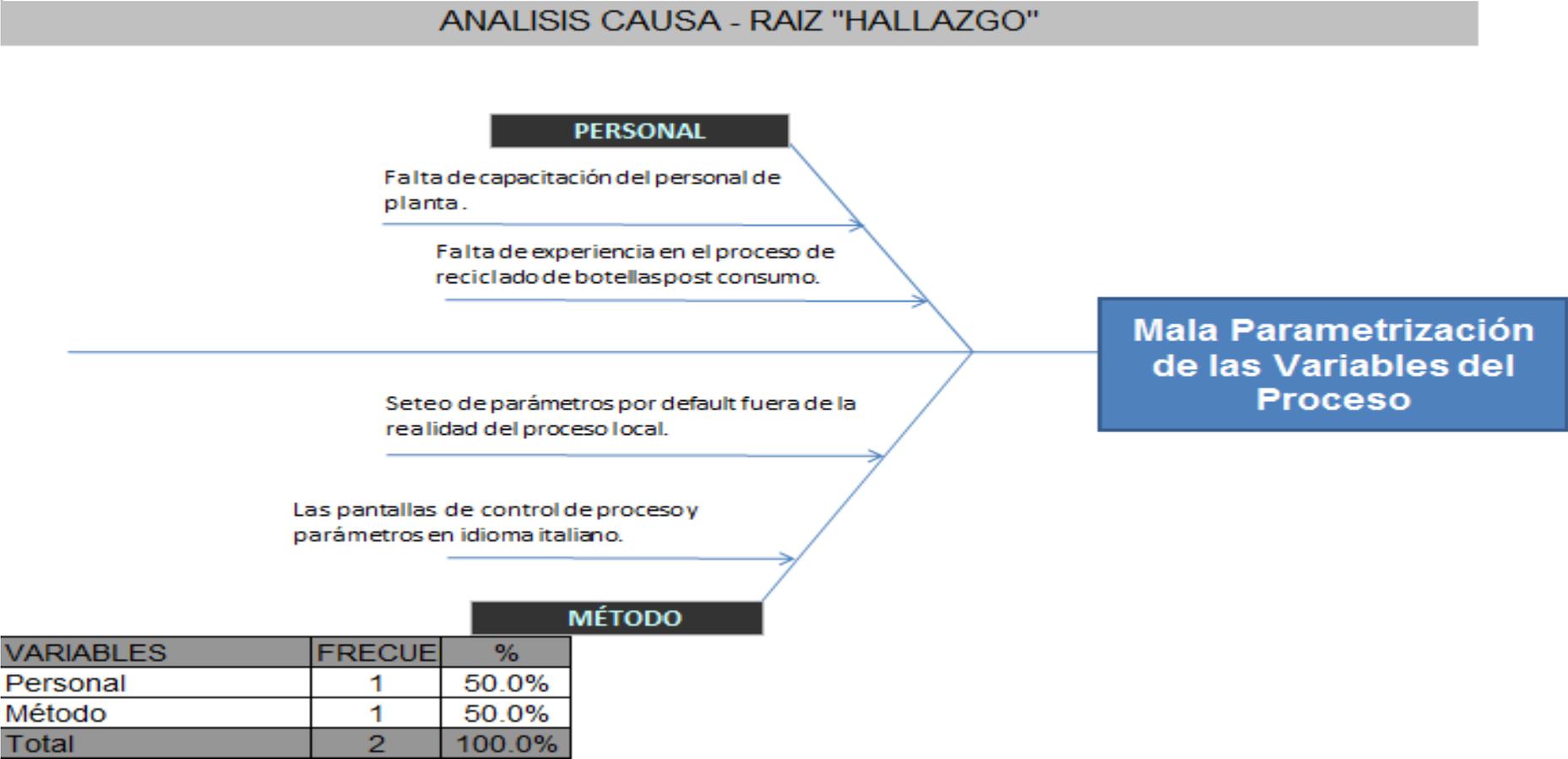
VARIABLES	FRECUE	%
Materia Prima	3	30.0%
Mano de obra	1	10.0%
Maquinaria y equipos	5	50.0%
Método	1	10.0%
Total	10	100.0%

Para la variable programa de mantenimiento incompleto, se ha elaborado un diagrama causa-efecto donde se puede apreciar los factores que afectan esta variable.

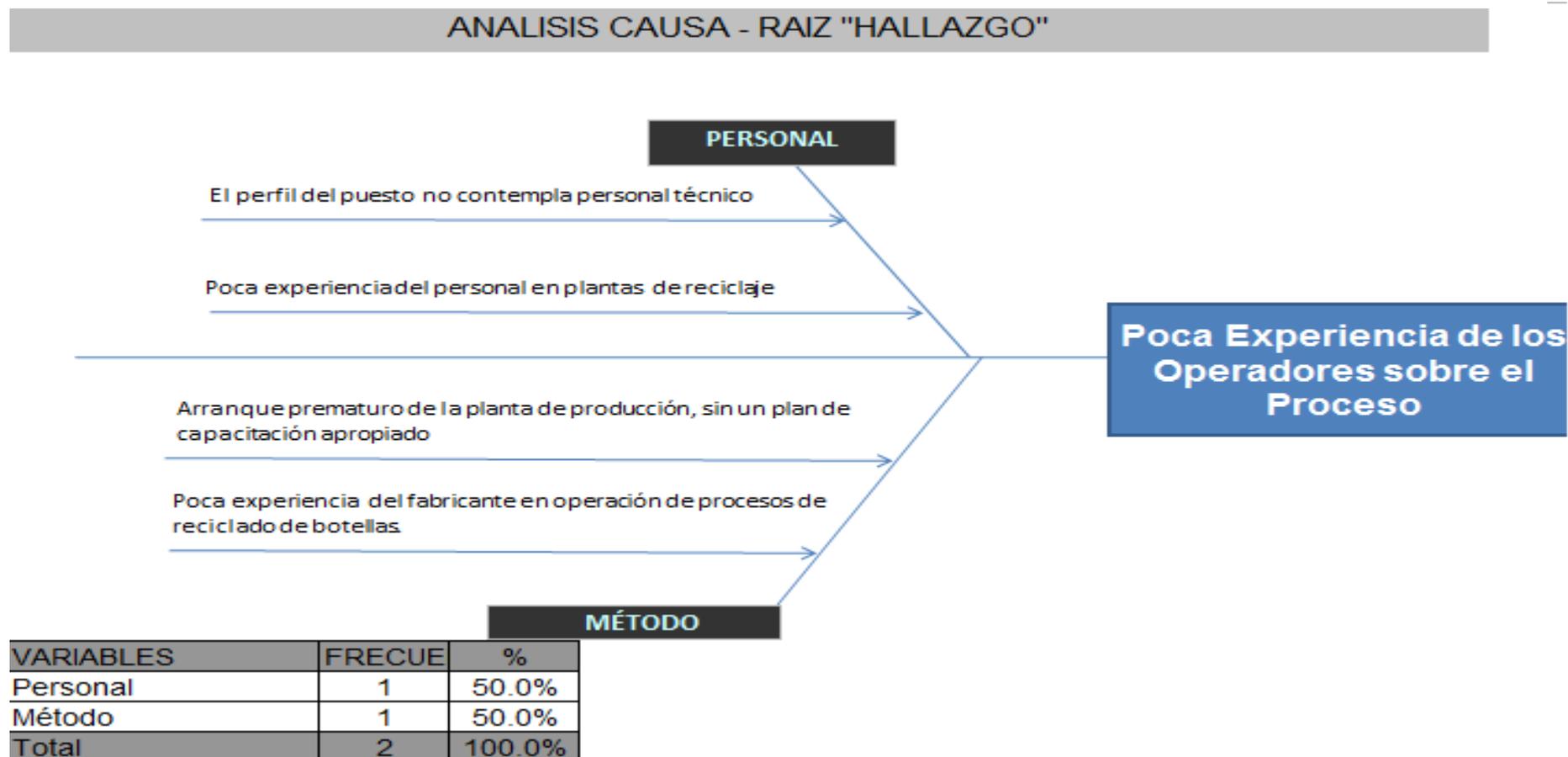


VARIABLES	FRECUE	%
Personal	3	30.0%
Maquinaria y equipos	3	30.0%
Método	4	40.0%
Total	10	100.0%

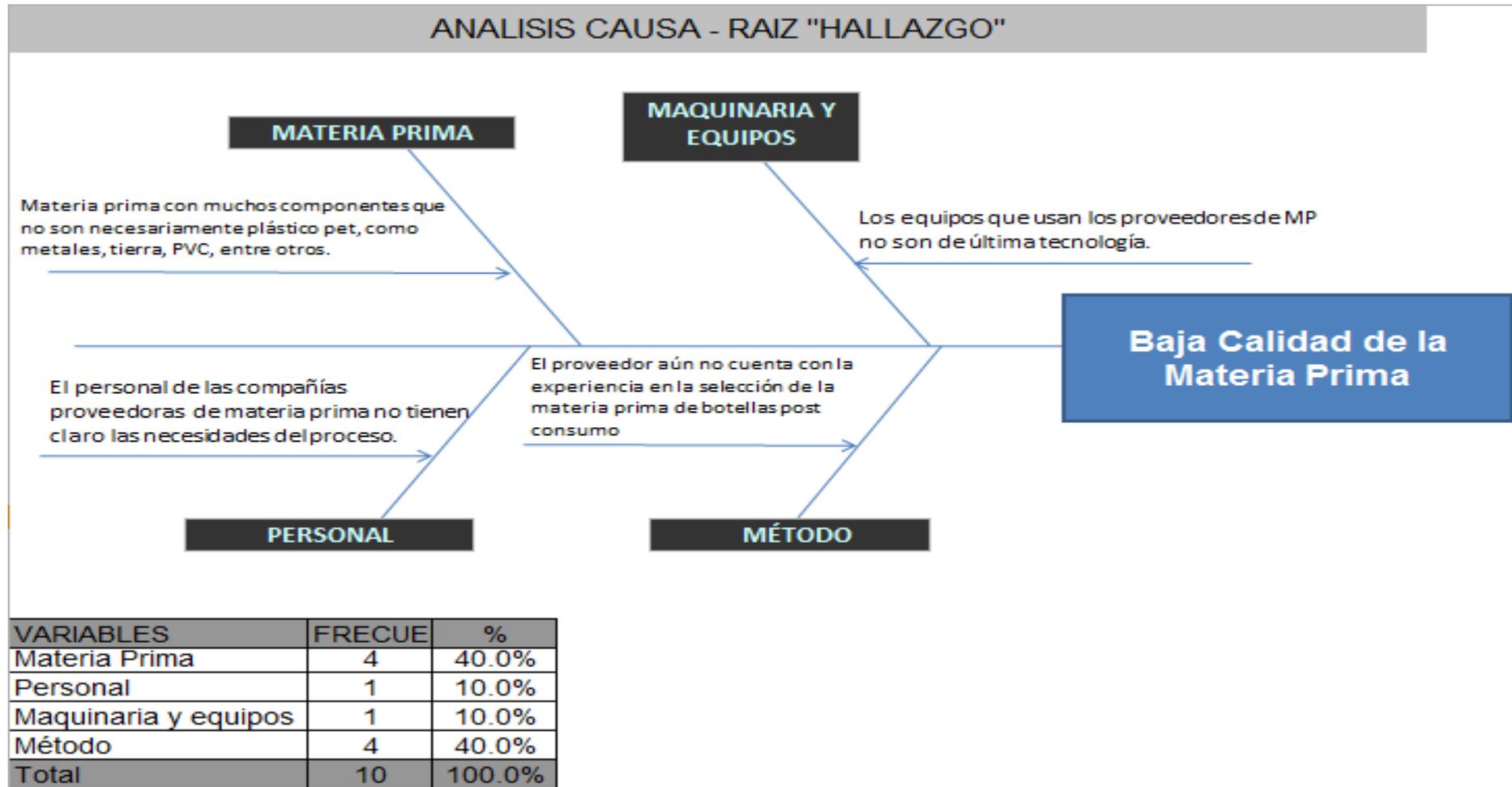
Para la variable mala parametrización de las variables del proceso, se ha elaborado un diagrama causa-efecto donde se puede apreciar los factores que afectan esta variable.



Para la variable poca experiencia de los operadores sobre el proceso, se ha elaborado un diagrama causa-efecto donde se puede apreciar los factores que afectan esta variable.



Para la variable baja calidad de la materia prima, se ha elaborado un diagrama causa-efecto donde se puede apreciar los factores que afectan esta variable.



CAPITULO 4

SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1 Propuestas de Mejora

4.1.1 Paradas de Planta:

Con referencia a las paradas de planta, se elaboró un diagrama de Pareto donde podemos apreciar los principales problemas que ocasionan dichas paradas para lo cual presentamos un plan de acción el cual reflejará un impacto positivo en la disminución de pérdidas de eficiencia por paradas de planta.

Plan de Acción Paradas de Planta		
Problema	Descripción del Problema	Acciones a Tomar
Atoro y cambio de escobillas en el Helicoidal del Tromel	Se realizaron las consultas al proveedor de maquinarias, manifestándole las constantes paradas de planta por atoro y cambio de escobillas de nylon en el transportador helicoidal de evacuación de tapas enteras por desgaste prematuro de las escobillas.	Se toma la decisión de retirar el transportador helicoidal del proceso e instalar un sistema de evacuación por vibrotamiz.
Problemas de atoro en varias bombas de agua	Debido al mal funcionamiento de la planta de tratamiento de agua, los lodos del proceso se depositan en los diferentes tanques de agua, ocasionando atoro constante de las bombas de agua y ocasionando la parada de planta por periodos de tiempo reguales, para el desatoro de las bombas y tuberías del proceso.	La compañía fabricante de la maquinaria, nos ha enviado bajo garantía un conjunto de maquinas que se insertarán en la planta de tratamiento de agua para mejorar la evacuación de los lodos,
Atoro y Reparación de Criba Iperwash 1	La materia prima al contener objetos metálicos de diferentes magnitudes ingresa a la lavadora centrífuga y ocasiona desgaste y deformación prematura de la criba ocasionando roturas por las cuales la materia prima fuga hacia la planta de tratamiento de agua, ocasionando atoros de las bombas de agua.	Se realizó un bechmarking con la compañía EMPACAR de Bolivia llegando a la conclusión de modificar el espesor de las cribas de la lavadora centrífuga de 6mm a 10mm de espesor, aumentando la resistencia de la criba ante impactos por objetos metálicos.
Atoro y Limpieza Tanque V7	Mencionado anteriormente sobre los problemas de lodo en la planta de tratamiento de agua.	La compañía fabricante enviará maquinarias para mejorar el sistema de tratamiento de agua.
Rotura de Cadena del transportador metálico	La cadena del transportador metálico sufre desgaste prematuro por rosamiento metal con metal por falta de lubricación, ocasionando parada de la planta.	Se incluyó la lubricación de la cadena del transportador en el programa de lubricación de la planta de Lavado.

4.1.2 Calidad de la Materia Prima

Debido a que el negocio del reciclado de PET, es un negocio nuevo en el país, los proveedores de materia prima, no contaban con la experiencia suficiente para la recolección, selección y clasificación de las botellas PET post consumo, motivo por el cual se inició un proceso de capacitación de su personal para mejorar la selección de botellas antes de ser prensada y entregada.

Luego de la capacitación del personal de la compañía proveedora, se establecieron especificaciones de calidad de la materia prima, las cuales según acuerdo entre el área comercial y el proveedor serán respetadas a la hora de realizar el muestreo por el área de calidad, determinando que, si la materia prima estaba fuera de especificación, el camión contenedor sería retornado al proveedor, sin ningún tipo de reconocimiento de pago.

En el anexo (Pag 67) se presentan las especificaciones de la materia prima para el control de la calidad.

4.1.3 Análisis Causa Efecto

Con referencia a los diagramas causa efecto, se identificaron las diferentes factores que afectan directamente a las variables, para lo cual se presentan los siguientes planes de acción para cada variable.

Plan de Acción Baja Velocidad de la Línea de Producción

Problema	Descripción del Problema	Acciones a Tomar
Baja Calidad de la Materia Prima	La baja calidad de la materia prima ocasiona que el producto de buena calidad vaya disminuyendo a lo largo del proceso productivo, afectando la velocidad de línea	Se establecerán especificaciones para el control de calidad de la materia prima.
Inexperiencia de los Operadores de Planta	La inexperiencia de los operadores ocasiona que el proceso productivo no vaya a la velocidad nominal, debido a la poca capacidad de reacción del operador.	Se programaran capacitaciones INHOUSE para los operadores con perosnal propio y extranjero.
Constantes Paradas de Maquinaria	Las constantes paradas de maquinaria ocasionan que la línea de producción no sea continua, lo cual afecta la velocidad de la línea.	Se evaluará con el área de mantenimiento los puntos más criticos a corregir para atenuar las paradas por fallas.
Programa de Mantenimiento Incompleto	Contar con un programa de mantenimiento incompleto, no garantiza que las máquinas sean confiables, lo cual incremente la probabilidad de falla.	En base a la información recopilada de los manuales de las máquinas y a los reportes de fallas curridas, se completará el programa de mantenimiento preventivo.
Mala Parametrización de las variables del proceso	La mala parametrización de las variables del proceso, ocasiona que la línea de producción no vaya a la velocidad nominal.	Respetando las velocidades nominales de cada máquina, se determinará la receta más apropiada de parámetros para asegurar la velocidad de la línea a valores nominales.

Plan de Acción Constantes Paradas de Maquinaria

Problema	Descripción del Problema	Acciones a Tomar
Baja Calidad de la Materia Prima	La baja calidad de la materia prima ocasiona que los desperdicios que vienen en ella, se acumulen en todas las fajas transportadoras, provocando desalineamientos, roturas de fajas y retrabajo del personal de mantenimiento.	Se establecerán especificaciones para el control de calidad de la materia prima.
Inexperiencia de los Operadores de Planta	La inexperiencia de los operadores ocasiona que el proceso productivo tenga paradas de maquinaria por mala operación.	Se programaran capacitaciones INHOUSE para los operadores con personal propio y extranjero.
Atoros constantes en los drenajes de Planta	Si los drenajes de planta tienen atoros, estos colapsarán y obligarán parar la planta por inundación.	La compañía fabricante de la maquinaria, nos ha enviado bajo garantía un conjunto de maquinas que se insertarán en la planta de tratamiento de agua para mejorar la evacuación de los lodos.
Programa de Mantenimiento Incompleto	Contar con un programa de mantenimiento incompleto, no garantiza que las máquinas sean confiables, lo cual incrementa la probabilidad de falla.	En base a la información recopilada de los manuales de las máquinas y a los reportes de fallas ocurridas, se completará el programa de mantenimiento preventivo.
Mala parametrización de las variables del Proceso	La mala parametrización de las variables del proceso, ocasiona que algunas maquinarias trabajen fuera de sus valores nominales, ocasionando paradas de planta.	Respetando las velocidades nominales de cada máquina, se determinará la receta más apropiada de parámetros para asegurar la velocidad de la línea a valores nominales.

Plan de Acción Inexperiencia de los Operadores de Planta

Problema	Descripción del Problema	Acciones a Tomar
Perfil de Puesto no apropiado	El perfil del puesto para el operador no era el apropiado, se contrataba personal sin experiencia o que aún no culminaba la carrera técnica.	Se modificó el perfil de puesto del operador de planta, como requisito indispensable una Carrera Técnica.
Poca experiencia del personal en temas de Reciclado	El proceso de reciclaje de PET es nuevo en el país, motivo por el cual se contaba con poca experiencia en la materia.	Se realizaron Bechmarking con otras compañías para intercambiar experiencias de operación. Se programaran capacitaciones INHOUSE para los operadores con personal propio y extranjero.
Arranque prematuro de la planta de producción	Debido a la presión de la Dirección de la compañía por arrancar la planta en el menor tiempo posible, no se programó una adecuada capacitación del personal.	Se programaran capacitaciones INHOUSE para los operadores con personal propio y extranjero.
Poca experiencia del fabricante en el Proceso de Reciclado	El fabricante es experto en la realización de la maquinaria, mas no en el proceso de reciclaje, motivo por el cual su aporte al proceso no era significativo.	Se realizaron Bechmarking con otras compañías para intercambiar experiencias de operación.

Plan de Acción Baja Calidad de la Materia Prima

Problema	Descripción del Problema	Acciones a Tomar
Materia prima con mucho contaminante	La materia prima al contar con muchos materiales que no son PET, ocasionan muchas pérdidas a la compañía como por ejemplo el precio que se paga por el desperdicio, la pérdida de eficiencia, el retrabajo del personal para clasificarlo nuevamente.	Se establecerán especificaciones para el control de calidad de la materia prima.
Falta de Experiencia del proveedor sobre la materia prima	El reciclado de PET, al ser un nuevo negocio, el proveedor no tenía muy claro como debe ser la materia prima para el proceso productivo, motivo por el cual, no controlaba la calidad de la materia prima.	Se realizó una capacitación al personal de las compañías proveedora de materia prima para que mejoren la calidad de su producto
Falta de experiencia del proveedor sobre el proceso	La falta de experiencia del proveedor sobre el proceso de reciclado, ocasionaba una pérdida de compromiso y falta de conocimiento de que tan importante es la calidad de la materia prima.	Se realizó una capacitación al personal de las compañías proveedoras para que pudieran identificar que tan perjudicial y que consecuencias trae trabajar con materia prima de baja calidad.
Poca Infraestructura y equipamiento del Proveedor	Al ser un negocio nuevo, el proveedor no contaba con la infraestructura , ni maquinaria apropiada para acopio de la botella post consumo.	Se apoyó a las compañías proveedoras de materia prima, alcanzándoles los contactos de compañías proveedoras de maquinaria especializada para compactar la botella post consumo.

Plan de Acción Programa de Mantenimiento Incompleto

Problema	Descripción del Problema	Acciones a Tomar
Demora en la contratación del Personal de Mantenimiento	La contratación del personal de mantenimiento fue poco tiempo antes del arranque de la planta, lo cual no permitió recopilar la información de toda la maquinaria para la elaboración del programa de mantenimiento.	Ante esta situación, ya no se puede tomar ningún tipo de acción, por que dicho problema se presentó en la puesta en marcha de la planta de reciclaje.
Arranque prematuro de la Planta	La planta arrancó si contar con el programa de mantenimiento.	Ante esta situación, ya no se puede tomar ningún tipo de acción, por que dicho problema se presentó en la puesta en marcha de la planta de reciclaje.
Información Incompleta en los manuales de los equipos	A la hora de revisar los manuales de las máquinas para la elaboración del progrmaa de mantenimiento, se encontraron manuales en idioma Italiando y con información incompleta sobre el mantenimiento.	Se solicitó al proveedor de la maquinaria los manuales en Inglés, ya que en españos no estaban disponibles, así mismo, en base a la información recopilada de los manuales de las máquinas y a los reportes de fallas ocurridas, se completará el programa de mantenimiento preventivo.

Plan de Acción Mala Parametrización de las Variables del Proceso

Problema	Descripción del Problema	Acciones a Tomar
Falta de Capacitación del Personal	La falta de capacitación al inicio de las operaciones, no permitía que el personal pudiera operar la planta de manera óptima.	Se programaran capacitaciones INHOUSE para los operadores con personal propio y extranjero.
Falta de Experiencia en el Proceso de Reciclado	La falta de capacitación al inicio de las operaciones, no permitía que el personal pudiera operar la planta de manera óptima.	Se programaran capacitaciones INHOUSE para los operadores con personal propio y extranjero.
Seteo de Parámetros inapropiados	Los parámetros de producción que vinieron por default de fábrica, no estaban seteados para el proceso.	Se realizó una comunicación con el proveedor de la maquinaria, quien envió a sus técnicos para la realizar una adecuada parametrización.
Pantallas del Control del Proceso en Idioma Italiano	Todas las pantallas de control de proceso se encontraban en idioma italiano, motivo por el cual la operación tenía complicaciones.	Se realizó una comunicación con el proveedor de la maquinaria, quien envió a sus técnicos a Perú para cargar el nuevo programa en idioma español.

4.1.4 Programa de Capacitación

Acercas del programa de capacitación, este se desarrollará con los técnicos de la compañía proveedora de la maquinaria (Italia) al culminar el proyecto de mejora en la planta de tratamiento de agua.

Esta capacitación está dirigida para el personal que ocupa el puesto de operadores, supervisores, personal de mantenimiento y jefatura de planta.

La duración de la capacitación es de 8 horas y será en horario de trabajo (1 día), motivo por el cual no representará un costo de sobretiempo para la compañía.

Los temas a tratar en la capacitación son los siguientes:

- Descripción del proceso de lavado.
- Descripción del funcionamiento de la planta de tratamiento de agua.
- Descripción de las funciones de cada máquina.
- Descripción de los tableros de control touchscreen (Sistema Scada)
- Procedimiento para arrancar la planta de lavado.
- Procedimiento para parar la planta de lavado.
- Mantenimiento de la maquinaria.
- Fallas frecuentes, posibles causas y soluciones.

4.1.5 Cambio de Maquinaria

Sobre las mejoras que se desarrollarán en la planta de tratamiento de agua, consta de una serie de modificaciones e instalación de maquinaria que serán realizados por nuestro personal y personal tercero (Local), el ajuste, programación y prueba en vacío será desarrollado por el personal técnico especializado de la compañía proveedora de maquinaria procedente de Italia.

El costo de la maquinaria enviada de Italia para mejorar la planta de tratamiento es cero debido a la garantía otorgada por la compañía proveedora.

La compañía Clear PET asumirá los costos de flete y desaduanaje, así como las comisiones de los diferentes agentes de importación detallados en la siguiente tabla de costos.

PO# 4700001053
TECNOFER - REPUESTOS

TC XEU	1.316656
TC USD	2.647997

Total EXW	63,828.85	usd
Gastos al FOB	1,362.74	usd
Total FOB	65,191.59	usd
Flete	2,172.48	usd
Total CFR	67,364.07	usd

Seguro Pacífico

Prima	64.73	usd
D. Emisión	1.94	usd
I.G.V	12.00	usd
Total Seguro	78.67	usd

Aduanas

FOB	65,191.59	usd
Flete	2172.48	usd
Seguro	64.73	usd
Valor CIF	67,428.80	usd

AD/Valorem	1	usd
IPM (2% CIF)	1349	usd
IGV (16% CIF)	10789	usd
Tasa de Despacho	33	usd
Total Derechos	12,172	usd

Ag. de Aduanas

Comisión (0.8% CIF)	500.00	usd
Gastos Operativos	35.00	usd
Precinto	0.90	usd
Base Imponible	535.90	usd
IGV	96.46	usd
Total Ag. Aduanas	632.36	usd

Nota: Mín usd 30.00 /Máx usd 500.00

Agente de Carga - TRANSMEC

Handling	140.00	soles
Reembolso por THC en Destino	225.08	soles
T.D.I.	98.00	soles
IGV	83.35	soles
Total Ag. Carga	546.43	soles

Agente de Carga - TRANSMEC

Flete	5707.35	soles
Gastos al FOB (flete Int.)	3580.07	soles
IGV	Exonerado	soles
Total FLETE Ag. Carga	9287.42	soles

Almacén - RANSA

	Valor Vta.	IGV	Total	
Tracción	173	31.14	204.14	soles
Control y monitoreo	114	20.52	134.52	soles
Der. Descarga cntr 20'	463	83.34	546.34	soles
Previo	138	24.84	162.84	soles
Montacargas	104	18.72	122.72	soles
Cuadrilla	104	18.72	122.72	soles
Recardo a la descarga	25	4.50	29.50	soles
Control y Manejo de Carga	33.63	6.05	39.68	soles
Total Almacén	1,154.63	207.83	1362.46	soles

Naviera - CSAV

	Valor Vta.	IGV	Total	
Serv. Adm. Seguro Cntr.	32.5	5.85	38.35	usd
Trámite Doc. Imp.	109.38	19.69	129.06	usd
Total Naviera	141.88	25.54	167.41	usd

*TC usd=2.56***Ag. Marítimo - TRAMARSA**

	Valor Vta.	IGV	Total	
Devolución de Contenedor	406.00	73.08	479.08	soles
CAC Doc.	270.00	48.60	318.60	soles
Total Ag. Marítimo	676.00	121.68	797.68	soles

Transporte Local - G& S

Conducción	350.00	soles
IGV	63.00	soles
Total Transporte	413.00	soles

CAPITULO 5

EVALUACION

ECONOMICA Y

FINANCIERA

5.1 Pérdidas Económicas en la Actualidad

5.1.1 Pérdidas en la compra de Materia Prima

- Como habíamos mencionado anteriormente, el % de desperdicio que contiene la materia prima cuando se compra es de 23.44%, lo que significa que por cada tonelada de materia prima que compramos (2,200 soles/tonelada), tenemos una pérdida de 515.68 nuevos soles.
- Considerando una eficiencia actual del 50%, nuestro consumo diario de materia prima sería de 30TN, lo que representa un consumo mensual de 780TN.

$$2200\text{soles/TN} \times 23.44\% = 515.68 \text{ soles/TN}$$

$$780\text{TN/mes} \times 515.68\text{soles/TN} = 402,230.4 \text{ soles/mes}$$

- Tomando en cuenta el consumo y el % de desperdicios en la materia prima, tenemos una pérdida mensual de **402,230.4 nuevos soles.**

5.1.2 Pérdidas por paradas de Planta

- Considerando que la planta inició su producción en el mes de mayo y revisando el reporte de paradas del año 2012, llegamos a la conclusión que el tiempo promedio de días perdidos por mes ocasionado por paradas de planta es de 5días.

$$5\text{días/mes} \times 43.2\text{TN/mes} = 216\text{TN/mes}$$

$$216\text{TN/mes} \times 300\$/\text{TN} = 64,800 \text{ dólares/mes}$$

- Tomando en cuenta que la producción nominal de un día es de 43.2TN de flake, la pérdida de producción mensual por paradas de planta es de 216TN de flake, lo que representa una pérdida económica de **64,800 dólares.**

5.1.3 Pérdidas por baja velocidad de línea

- Considerando que la planta solo alcanzaba una velocidad de 1400Kg/h y siendo su velocidad nominal 1800Kg/h, la pérdida de producción por baja velocidad sería de 9.6TN diarias y 250Tn/ mes, representando una pérdida económica de **75,000 dólares.**

$$1800\text{Kg/h} - 1400\text{Kg/h} = 400\text{Kg/h} \times 24\text{horas/día} = 9.6\text{TN/día}$$

$$9.6\text{Tn/día} \times 26\text{días/mes} = 250\text{TN/mes} \times 300\$/\text{TN} = 75,000 \text{ dólares/mes.}$$

5.2 Inversiones para las propuestas de mejora

5.2.1 Inversión para asegurar la calidad de la materia prima

- La propuesta consistió en conversar con los proveedores, capacitarlos en selección de materia prima y establecer las especificaciones de calidad, con las que la materia prima será evaluada antes de ser recepcionada por la compañía.
- Para ello se toma como muestra 1 bala de botella prensada (400Kg aprox), se realiza el muestreo y se determina si el camión pasa o no el control de calidad.
- Para el muestreo se requiere de personal tercero que realice la clasificación de la bala y del analista de calidad para que determine el reporte final de calidad para la aprobación o no aprobación.
- Considerando que diariamente ingresan 6 camiones para abastecimiento de materia prima, serían 6 balas las que se muestrearían (2,400Kg) con el personal tercero y se emplearían 2 horas del analista de calidad para enviar los informes.
- La compañía de terceros cobra por sus servicios de clasificación, la suma de 175 soles por tonelada, lo que representa un costo diario de 420soles y un costo mensual de 10,920 soles.
 $175\text{soles}/\text{TN} \times 2.4\text{TN}/\text{día} = 420\text{soles}/\text{día} \times 26\text{días}/\text{mes} = 10,920 \text{ soles}/\text{mes}$
- El analista de calidad emplea 2 horas diarias para hacer los informes del muestreo, lo que representa el 25% de su salario mensual (2,000 soles), es decir 500 soles mensuales.
- La inversión total para asegurar la calidad de la materia prima es de **11,420 soles mensuales.**

5.2.2 Inversión para disminuir las paradas de planta

En el caso de las paradas de planta, se están instalando las maquinarias y modificaciones enviadas por la compañía proveedora de la maquinaria, la compañía CLEAR PET asumirá los costos que se detallan de la siguiente manera:

Flete dentro de Italia hacia puerto naviero: \$2,172.00

-Seguro Pacífico: \$78.67

-Derecho sobre CIF: \$34.00

-Comisión Agente de Aduanas: \$632.36

-Comisión agente naviero: \$463.00

-Flete Naviero: \$3507.34

-Almacenaje en Ransa: \$514.54

-Derechos naviera \$167.41

-Reembolso Agente Marítimo: \$301.25

-Transporte de Carga a Clear PET: \$155.96

El total por los costos de importación es de: \$5554.53. (Una sola vez)

En el caso de la instalación y modificaciones de la maquinaria, la compañía Clear Pet, asumirá los costos que se describen a continuación:

-Trabajos Mecánicos: \$5644.00

-Trabajos Eléctricos: \$1888.22

-Trabajos Civiles: \$1800.00

El total por los costos de montaje y modificación es de: \$9332.22. (Una sola vez)

5.2.3 Inversión para garantizar la velocidad de la línea

Para garantizar la velocidad de la línea, se requiere capacitar al personal para que mantenga una buena parametrización del proceso e implementar un plan de mantenimiento preventivo y lubricación.

En el caso de las capacitaciones del personal, éstas se desarrollarán en horario normal de trabajo, motivo por el cual no representará un costo para la compañía, así mismo, las horas de capacitación por parte del personal especializado son de costo cero, motivo por el cual la inversión para garantizar la velocidad de la línea, no es de carácter económico.

5.3 Ahorro Implementando las Propuestas de Mejora

5.3.1 Ahorro implementando control de calidad en la materia prima

Como podemos observar en el cuadro de muestreo, la calidad de la materia prima ha mejorado considerablemente, aumentando los porcentajes de botella PET cristal, lo cual genera un ahorro en la compra de la materia prima.

Calidad de la Materia Prima ingresada a la Planta de Reciclado				
Componentes	Antes de Establecer Especificaciones de Calidad		Después de Establecer Especificaciones de Calidad	
	Composición Total		Composición Total	
	Kilos	%	Kilos	%
PET Verde	17.93	11.91%	0.40	0.36%
PET celeste	10.21	6.78%	9.37	8.28%
PET Azul	3.06	2.03%	0.20	0.18%
PET Marrón	1.60	1.06%	0.23	0.20%
PET Rosado	0.25	0.16%	0.19	0.17%
PET Blanco	0.05	0.03%	0.08	0.07%
Botella PVC	0.59	0.40%	0.12	0.11%
Botella PET con etiqueta PVC	0.55	0.36%	0.70	0.62%
Botella PET con etiqueta PVC TRASPARENT	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Botella PET con etiqueta PETG	1.33	0.89%	1.82	1.60%
Desperdicio (no PET)	18.4	12.22%	0.0	0.00%
Desperdicio (PET Amarillo)	15.4	10.23%	0.4	0.38%
Metales	0.35	0.23%	0.09	0.08%
Botella PET Cristal S/E C/T	80.80	53.68%	99.60	87.95%
Botella PET Cristal C/E				
Botella PET Cristal S/E S/T				
Total	151	100%	113	100.00%

El % inicial de desperdicio en la materia prima era de 23.44% y con el control de calidad implementado el % de desperdicio disminuye a 3.04%, lo que representa un ahorro del 20.4%, y la pérdida disminuye de 515.68 a 66.88soles por tonelada, siendo el ahorro por tonelada de 448.8soles.

-Considerando una eficiencia actual del 50%, nuestro consumo diario de materia prima sería de 30TN, lo que representa un consumo mensual de 780TN.

$$60\text{TN/día} \times 50\% \text{ eficiencia} = 30\text{TN/día} \times 26 \text{ días/mes} = 780\text{TN/mes}$$

-Tomando en cuenta el consumo y el % de desperdicios en la materia prima, tenemos un ahorro mensual de **350,064 nuevos soles.**

$$780\text{TN/mes} \times 448.8\text{soles/TN} = 350,064 \text{ soles/mes.}$$

5.3.2 Ahorro disminuyendo las paradas de planta

Asumiendo que las paradas de planta se superarán en un 80% con las mejoras implementadas, el tiempo de parada de maquinaria mensual se reduciría de 120horas a 24horas, **lo que representa un ahorro mensual de \$53,400.**

$$120\text{horas/mes} - 24\text{horas/mes} = 96\text{horas/mes} * 1.8\text{TN/hora} = 172.8\text{TN/mes}$$

$$178\text{TN/mes} \times 300\$/\text{TN} = 53,400 \text{ dólares/mes}$$

5.3.3 Ahorro asegurando la velocidad de la línea

Logrando alcanzar la velocidad nominal de línea de 1400Kg/h a 1800Kg/h, recuperaremos una producción de 9,6Tn/día, 250Tn/mes, **lo que representa un ahorro mensual de \$75,000.**

1800Kg/h - 1400Kg/h= 400Kg/h x 24horas/día=9.6TN/día

9.6Tn/día x 26días/mes = 250TN/mes x 300\$/TN = 75,000 dólares/mes.

5.4 Pérdida Total (Anual)

-Pérdida en la compra de materia prima: S. /402,230 = **\$144,687.**

-Pérdida por paradas de planta: **\$64,800.**

-Pérdida por baja velocidad de línea **\$75,000.**

La pérdida total mensual es de: **\$284,487.**

La pérdida total anual es de: **\$3'413,844.00**

5.5 Inversión Total (Anual)

-Inversión para asegurar la calidad de la materia prima: S. /11,420 = **\$4,107.**

-Inversión para disminuir las paradas de planta: **\$9,332 (Una sola vez)**

-La inversión total anual es de: **\$58,616.00**

5.6 Ahorro Total (Anual)

-Compra de Material Prima: S. /350,064 = **\$125,922.**

-Disminuyendo las paradas de planta: **\$53,400.**

-Asegurando la velocidad de línea: **\$75,000.**

El ahorro mensual es de: **\$254,322.**

El ahorro anual es de: **\$3'051,864.00**

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	Ahorro en Compra de Materia Prima	\$0	\$1,511,064	\$1,511,064	\$1,511,064	\$1,511,064	\$1,511,064
	Ahorro disminuyendo Paradas de Planta	\$0	\$640,800	\$640,800	\$640,800	\$640,800	\$640,800
	Ahorro asegurando la velocidad de Línea	\$0	\$900,000	\$900,000	\$900,000	\$900,000	\$900,000
	Total	\$0	\$3,051,864	\$3,051,864	\$3,051,864	\$3,051,864	\$3,051,864
Egresos	Inversión para asegurar la Calidad de la MP	\$49,284	\$49,284	\$49,284	\$49,284	\$49,284	\$49,284
	Inversión para disminuir paradas de Planta	\$9,332	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
	Total	\$58,616	\$49,284	\$49,284	\$49,284	\$49,284	\$49,284
Flujo de Caja		-\$58,616	\$3,002,580	\$3,002,580	\$3,002,580	\$3,002,580	\$3,002,580

5.7 Cálculo del VAN

Inversión Inicial: \$58,616.00

TEA: 8%

Flujo de Caja a 5 años:

Año 1: \$3'002,580.00

Año 2: \$3'002,580.00

Año 3: \$3'002,580.00

Año 4: \$3'002,580.00

Año 5: \$3'002,580.00

VAN= \$11'988,431.30 - \$58,616.00 = \$11'929,815.30

Como el VAN es mayor a "0", el proyecto **es factible**.

5.8 Cálculo del TIR

Inversión Inicial: \$58,616.00

TEA: 8%

Flujo de Caja a 5 años:

Año 1: \$3'002,580.00

Año 2: \$3'002,580.00

Año 3: \$3'002,580.00

Año 4: \$3'002,580.00

Año 5: \$3'002,580.00

TIR= 5,122.46%

Como el TIR es mayor a 8%, el proyecto **es factible**.

CAPITULO 6

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1-Resultados

-Se pudo evidenciar que la eficiencia se incrementó considerablemente hasta un 90%, ver anexo (Pag 69)

-Para el desarrollo de esta tesis nos hemos enfocado inicialmente en el levantamiento y recojo de información del proceso de lavado, tanto reportes de producción, como reportes de mantenimiento y análisis de laboratorio para el control de la calidad.

-Luego del levantamiento de toda la información es necesario analizar los datos y definir su grado de incidencia en la pérdida de eficiencia de planta, para ello hemos empleado diagramas de Pareto y causa-efecto.

-Luego de haber determinado el grado de incidencia y las causas de cada variable, se realizan las propuestas de mejora que sean las más factibles y convenientes para la compañía, esto con la ayuda de lluvia de ideas y la experiencia ganada durante la operación de la planta lavado.

-Finalmente se realiza una evaluación económica-financiera para determinar si la inversión en las propuestas de mejora lograrán o no una rentabilidad para el negocio, esto con los indicadores de VAN y TIR.

Con el desarrollo de la tesis se pudo demostrar los siguientes puntos:

- Tanto las paradas de planta, la calidad de la materia prima y la velocidad de la línea representan pérdidas de eficiencia de máquina en el proceso de lavado Clear PET.
- La implementación de modificaciones de máquina existente y adiconamiento de maquinarias en la planta de tratamiento de agua disminuirán las paradas de planta en el proceso de lavado de 5días/mes a 1 día/mes.
- La implementación de un control de calidad en la materia prima bajo un estándar de especificaciones, garantizarán mejora de eficiencia en el proceso de lavado y un ahorro considerable en los costos de la materia prima.
- La capacitación del personal y la mejor adecuación de los tableros de control touchscreen de la planta de lavado permitirán alcanzar la velocidad de la línea esperada, por ende mejorar la eficiencia de la planta de lavado.

6.2 Discusión

La implementación de las mejoras en el proceso de lavado de la planta Clear PET, no solo mejorará la eficiencia de máquina, sino que también generará un impacto positivo en algunos sectores de organización:

Área Logística:

Al mejorar la eficiencia de máquina en el proceso de lavado, aumentará también la producción de resina reciclada, lo cual disminuirá los requerimientos de resina virgen por el área de logística generando ganancias en la disminución de su compra, así mismo ya no será necesario mantener stocks grandes de resina Virgen importada lo cual disminuye las existencias de la compañía.

Planta de Inyección:

La planta de inyección se verá beneficiada con el aumento de la producción de resina reciclada debido al sistema de dosificación directa que existe entre ambas plantas.

Con ello la resina será enviada en mayor cantidad y a temperatura seca para el proceso de inyección de preformas disminuyendo tiempos en el abastecimiento de materia prima para dicha planta.

Área Comercial

Aumentar la eficiencia de la planta de lavado, permitirá obtener un mayor poder de negociación con los proveedores, ya que al requerir un mayor volumen de materia prima, lograremos mejores precios en el mercado.

Impacto Ambiental

Como bien sabemos la resina reciclada proviene de la reutilización de la botella post consumo, lo cual significa disminuir el consumo de resina virgen proveniente de los derivados del petróleo, por consiguiente utilizar resina reciclada significa aportar a la disminución de la huella de carbono.

Esto significa que al aumentar la eficiencia de la planta, disminuirémos en mayor proporción el consumo de resina virgen, obteniendo como resultado un impacto positivo y significativo en la disminución de la huella de carbono.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES y

RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- a. Se logró diagnosticar todos los factores que influyen en la pérdida de la eficiencia de máquina en el proceso productivo de la planta Lavado, entre ellos la calidad de la materia prima, las paradas de planta y la velocidad de la línea.
- b. Se logró determinar el sobrecosto que incurre la empresa en el proceso productivo equivalente a **\$3'413,844.00** anuales.
- c. Se evaluó los resultados obtenidos con las propuestas de mejora implementadas y el ahorro anual es de **\$2'566,584.00**
- d. Se logró determinar qué impacto económico generan dichas mejoras en los indicadores de eficiencia de máquina y económicos.
- e. Se concluye que el levantamiento de información, análisis de datos y utilización de diagramas causa-efecto y paretos permiten determinar pérdidas de eficiencia de máquina en la planta lavado.
- f. Se concluye que las propuestas de mejora lograrán incrementar la eficiencia de la planta de lavado, así mismo una rentabilidad económica significativa, comprobado con el VAN y TIR.
- g. Se concluye que la calidad de la materia prima es el principal factor en la pérdida de eficiencia de la planta, como también pérdida económica.

7.2 Recomendaciones

a. Gestión del Mantenimiento:

Durante el desarrollo de la tesis se pudo evidenciar debilidades en la gestión del mantenimiento de planta, por lo que recomendamos la elaboración de programas de mantenimiento predictivo y preventivo más sofisticados, así mismo aún no se aprovecha al 100% el sistema PM SAP, por lo que recomendamos migrar toda la gestión al PM SAP y habilitar a los supervisores de planta y operadores para poder generar avisos de falla en tiempo real.

b. BPM:

Durante el desarrollo de la tesis se pudo evidenciar oportunidades de mejora en lo que refiere a las buenas prácticas de manufactura, se sugiere reforzar el programa de orden y limpieza de las “5S”, así mismo un programa de mejora para la solución de problemas de fugas de agua que se encuentran en los diferentes equipos de la planta de lavado.

c. Estandarización:

Durante la elaboración de la tesis, se pudo evidenciar que la mayoría de los subprocesos de la planta lavado requieren ser estandarizados, cada operador maneja una versión distinta para controlar el proceso, por lo que no se puede garantizar uniformidad en la calidad del producto terminado.

Bibliografía

Caballero A (2008) Innovaciones en las guías metodológicas para los planes y tesis de Maestría y doctorado. Imágenes ediciones. Lima Perú. 2008.

Zavala A. Proyecto de investigación científica. Editorial san Marcos

Gutiérrez, H (2010). Calidad Total y Productividad. Mcgraw-Hill/international editores S.A. México.

García, A (2011). Productividad y Reducción de Costos para la pequeña y mediana industria.

ANEXOS

ANEXO: Especificaciones de la Materia Prima

		SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN						CR-L-001	
		PLAN DE CALIDAD PLANTA DE RECICLADO						Versión:	
								Pag 5 de 5	
ITEM DE CONTROL	CARACTERÍSTICA A SER CONTROLADA	ESPECIFICACION / TOLERANCIA	Tipo de característica	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN O PROCESO	RESPONSABLE	FRECUENCIA DE MUESTREO	TAMAÑO DE MUESTRA	DOCUMENTO DE REFERENCIA	REGISTRO
BOTELLAS POST CONSUMO)	Botellas PVC	Max 0.2%	Crítica	Inspección visual	Analista de Control de Calidad de Reciclado	La inspección Visual por cada camión que ingresa. El conteo se realiza, Mínimo 1 camiones al día cuando hay ingreso de materia prima.	Se muestrea una bala al azar por camión inspeccionado.	CR-I-014 Inspección de Materia prima	CR-R-XXX Evaluación de Camiones de materia Prima - Botellas Post consumo
	Botellas con etiqueta PVC	Max 3%	Crítica						
	PET con líquido	Max 0.5%	Moderada						
	PET Celeste	Max 5%	Moderada						
	PET Color	Max 3%	Moderada						
	Metales	Max 0.5%	Crítica						
	PET Aceite	Max 3%	Moderada						
	PET degradado								
	HDPE, LDPE, PP								
	PET Serigrafados	Max 2%	Moderada						
	Desperdicios y otros								
PET Cristal	Min 85 %	Crítica							
Empaque	Compactado en bala	Crítica	El empaque debe ser sujetado con flejes metálicos o similares que aseguren su compactación correcta. No se permite empaque de cartón, bolsas o plásticos.						

ANEXO: Reporte de Producción

REPORTE DE PRODUCCION LAVADO				
TURNO	PRODUCCION DE FLAKE	PESO NETO (Kg)	%	EFICIENCIA
A	Flake BB	11,132.0	85.2%	90.7%
	Flake con PVC	0.0	0.0%	Velocidad de línea (kg/h)
	Flake con COLOR	1,928.0	14.8%	1800
	METALES	0.0	0.0%	Horas paradas (h)
	SEA	0.0	0.0%	0.7
	INSPECTOR	0.0	0.0%	Rechazos botellas-metal
	TOTAL	13,060.0	100.0%	1095

ANEXO: Reporte de Paradas Mes Junio-Julio

<u>Repórte de Fallas Planta Lavado JUNIO - JULIO</u>				
Item	Problema Presentado	Tiempo Parada	Porcentual	Acumulado
1	Atoro y Limpieza Tanque V7	64.50 Hrs	16.88%	16.88%
2	Atoro en el helicoidal tromel y cambio de escobillas	50.75 Hrs	13.28%	30.16%
3	Reparación de Criba Iperwash 1	49.25 Hrs	12.89%	43.04%
4	Problemas de Atoro y Cambio de bombas de agua diversas	30.33 Hrs	7.94%	50.98%
5	Problemas de Atoro y Cambio de bomba de agua MP1 Tanque V6	28.00 Hrs	7.33%	58.31%
6	Reparación rajadura Tanque V2 debajo del tromel	18.25 Hrs	4.78%	63.08%
7	Reparación rotura faja Nro 12	18.00 Hrs	4.71%	67.79%
8	Atoros en el secador nro 1, cambios de faja	17.00 Hrs	4.45%	72.24%
9	Atoros y rotura eslabón faja metálica de alimentación	14.00 Hrs	3.66%	75.91%
10	Silos MTC y SEA llenos	9.50 Hrs	2.49%	78.39%
11	Limpieza Sistema Titech	8.50 Hrs	2.22%	80.62%
12	Problemas Varios	74.08 Hrs		
Total de Horas		382.16 Hrs		16 Días

ANEXO: Reporte de Paradas Mes Agosto

<u>Reporte de Fallas Planta Lavado Agosto</u>				
Item	Problema Presentado	Tiempo Parada	Porcentual	Acumulado
1	Problemas en el Secador, atoros de línea seca	33.50 Hrs	18.87%	18.87%
2	Atoro y cambio de escobillas en el Helicoidal del Tromel	25.50 Hrs	14.37%	33.24%
3	Problemas de atoro en varias bombas de agua	24.25 Hrs	13.66%	46.90%
4	Cambio de Rodamiento en la centrífuga vertical	19.50 Hrs	10.99%	57.89%
5	Reparación Faja Nro 12	18.00 Hrs	10.14%	68.03%
6	Atoro de flake en tubería mp15	13.50 Hrs	7.61%	75.63%
7	Rotura de Cadena del tranportador metálico	12.00 Hrs	6.76%	82.39%
8	Problemas varios	31.25 Hrs		
TOTAL DE HORAS		177.50 Hrs		
EN DIAS		7.40		

ANEXO: Reporte de Paradas Mes Setiembre

<u>Reporte de Fallas Planta Lavado SEPTIEMBRE</u>				
Item	Problema Presentado	Tiempo Parada	Porcentual	Acumulado
1	Atoro y Rotura Debailer y faja transportadora n° 6 que alimenta la IW n°1.	27.00 Hrs	15.58%	15.58%
2	Faja Nro 12 que sale de la IW n°2, parchado y reparación.	24.25 Hrs	14.00%	29.58%
3	Problemas con el soplador M48 que alimenta a los MTC.	22.75 Hrs	13.13%	42.71%
4	Problemas en el Helicoidal del Tromel	21.25 Hrs	12.27%	54.98%
5	Rotura de Cadena del tranportador metálico	20.00 Hrs	11.54%	66.52%
6	Problemas de atoro en la faja que alimenta al molino.	12.75 Hrs	7.36%	73.88%
7	Problemas de atoro en varias bombas de agua	11.50 Hrs	6.64%	80.52%
8	FALLAS VARIAS	33.75 Hrs		
TOTAL DE HORAS		173.25 Hrs		
EN DIAS		7.22		

ANEXO: Reporte de Paradas Mes Octubre

Reporte de Fallas Planta Lavado OCTUBRE				
Item	Problema Presentado	Tiempo Parada	Porcentual	Acumulado
1	Rotura de Cadena del transportador metálico	9.00 Hrs	26.47%	26.47%
2	Atoro con tapas en el Helicoidal del Tromel	7.50 Hrs	22.06%	48.53%
3	Atoro y soldado de criba en la IW N°1	5.50 Hrs	16.18%	64.71%
4	Abertura en FAJA QUE ALIMENTA AL MOLINO	5.00 Hrs	14.71%	79.41%
5	Problemas de atoro en varias bombas de agua	5.00 Hrs	14.71%	94.12%
6	FALLAS VARIAS	2.00 Hrs		
TOTAL DE HORAS		34.00 Hrs		
EN DIAS		1.42		

ANEXO: Reporte de Paradas Mes Noviembre

REPORTE DE FALLAS PLANTA LAVADO NOVIEMBRE				
Item	Problema Presentado	Tiempo Parada	Porcentual	Acumulado
1	ROTURA Y SOLDADO DE CRIBA EN LAS HIPER WASH	24.50 Hrs	20.5%	20.5%
	ROTURA DE FAJA TRANSPORTADORA METALICA	16.00	13.4%	34.0%
2	ROTURA DE FAJA TRANSPORTADORA M22	13.50 Hrs	11.3%	45.3%
3	PROBLEMAS DE ATORO EN BOMBAS DE AGUA	11.25 Hrs	9.4%	54.7%
4	ATORO CON ZUNCHOS EN EL DEBALLER	8.00 Hrs	6.7%	61.4%
5	LIMPIEZA DE POZAS DE LA LINEA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS	7.00 Hrs	5.9%	67.3%
6	ATORO DE BARRO Y BOTELLAS EN LAS HIPER WASH	7.00 Hrs	5.9%	73.2%
7	ATORO CON CHAPAS Y BOTELLAS EN EL TROMEL	4.50 Hrs	3.8%	76.9%
8	ATORO CON BOTELLAS EN FAJA QUE ALIMENTA AL MOLINO	4.00 Hrs	3.4%	80.3%
9	FUGA DE AIRE EN EL MANOMETRO DEL TITECH	4.00 Hrs	3.4%	83.6%
10	Atoro del tornillo que alimenta el Tarara M100	3.75	3.1%	86.8%
11	ATORO CON BOTELLAS EN Jafa TRANSPORTADORA M9 Y M6	2.50 Hrs	2.1%	88.9%
12	PROBLEMAS EN LOS COMPRESORES	1.75 Hrs	1.5%	90.4%
13	LIMPIEZA DEL TITECH	1.00 Hrs	0.8%	91.2%
14	OTRAS FALLAS	10.5		
TOTAL DE HORAS		119.25 Hrs		
EN DIAS		4.97		

ANEXO: Reporte de Paradas Mes Diciembre

REPORTE DE FALLAS PLANTA LAVADO DICIEMBRE

Item	Problema Presentado	Tiempo Parada	Porcentual	Acumulado
1	Rotura de Faja del Deballer (alimenta Hiperwash 1)	13.00 Hrs	15.9%	15.9%
2	Parada de planta por falla del Soplador Calentador 2	10.00 Hrs	12.2%	28.1%
3	Rotura de Faja transportadora P16	8.00 Hrs	9.8%	37.9%
4	LIMPIEZA DEL TITECH	7.75 Hrs	9.5%	47.4%
5	Parchado de Faja salida del Titech	6.50 Hrs	8.0%	55.4%
6	ATORO CON CHAPAS Y BOTELLAS EN EL TROMEL	4.75 Hrs	5.8%	61.2%
7	ATORO EN SINFIN SALIDA DEL MOLINO	3.50 Hrs	4.3%	65.4%
8	LIMPIEZA DE POZAS DE LA LINEA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS	3.25 Hrs	4.0%	69.4%
9	ROTURA DE PERNOS DEL MOLINO	3.00 Hrs	3.7%	73.1%
10	PROBLEMAS DE ATORO EN BOMBAS DE AGUA	2.00 Hrs	2.4%	75.5%
11	ATORO DE BARRO Y BOTELLAS EN LAS HIPER WASH	2.00 Hrs	2.4%	78.0%
12	ATORO CON ZUNCHOS EN EL DEBALLER	0.75 Hrs	0.9%	78.9%
13	OTRAS FALLAS	17.25 Hrs		
	TOTAL DE HORAS	81.75 Hrs		
	EN DIAS	3.41		

FIN