



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA
E INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS
DE AUTOMATIZACIÓN**

Tema:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA EL
PROCESO DE ENVASADO DE CEMENTO EN SACOS DE 50Kg. EN LA
EMPRESA HOLCIM ECUADOR S.A. PLANTA LATACUNGA”**

Proyecto de Trabajo de Graduación o Titulación, Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI).

AUTOR: Mauricio Fabián Espinel Vega

TUTOR: Ing. César Rosero

Ambato - Ecuador

Abril/2010

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación o titulación: Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado por Mauricio Fabián Espinel Vega, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el trabajo de graduación o titulación e informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con el proceso reglamentario.

Ambato, 10 de abril del 2010

TUTOR

Ing. César Rosero

AUTORÍA

El presente trabajo de graduación o titulación Trabajo Estructurado de Manera Independiente Titulado: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA EL PROCESO DE ENVASADO DE CEMENTO EN SACOS DE 50kg. EN LA EMPRESA HOLCIM ECUADOR S.A. PLANTA LATACUNGA” Es original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor, y su propiedad intelectual pertenecen al graduando de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 10 de abril del 2010

Mauricio Fabián Espinel Vega
CC: 050257594-7

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

El Tribunal de Calificación, conformado por los señores docentes: Ing. Edison Jordán e Ing. Luis Morales, aprueba el trabajo de graduación o titulación Trabajo Estructurado de Manera Independiente titulado: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA EL PROCESO DE ENVASADO DE CEMENTO EN SACOS DE 50kg. EN LA EMPRESA HOLCIM ECUADOR S.A. PLANTA LATACUNGA”, presentado por el señor Mauricio Fabián Espinel Vega.

Ing. Oswaldo Paredes O. M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Edison Jordán
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Luis Morales
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA:

Esta investigación más que un requisito para la obtención del título de Ingeniero fue una ventana a la vida profesional, por esto dedico todo este esfuerzo a Dios y muy en especial a mis papis que son mi fuerza y mi apoyo, al enseñarme a no rendirme y a alcanzar mis metas.

A mis hermanos y familia por toda la ayuda y el apoyo brindado.

A mi bella enamorada Cory por toda la incondicional ayuda y paciencia que me ha brindado con mucho cariño.

A ellos, mil gracias.

Mauricio Fabián Espinel Vega

AGRADECIMIENTO:

A Dios por cumplir mi deseo de realizar esta investigación en Holcim y por las bendiciones derramadas sobre todos mis seres queridos.

Mil gracias papis por todo su apoyo y comprensión, por cuidarme desde cuando di mis primeros pasos, hasta hoy y siempre, los quiero mucho.

A mi querida FISEI-UTA a cada una de las personas y profesionales que la conforman, en especial al Ing. César Rosero por estar siempre dispuesto a compartirme sus conocimientos.

A la empresa Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga en especial al Ing. Luis Maingón por su acertada dirección y al Ing. Guillermo Holguín por su guía.

A ti Cory por la ayuda y apoyo en la realización de esta investigación.

Mauricio Fabián Espinel Vega

Índice General de Contenidos

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1.	TEMA.....	1
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1.	Contextualización.....	1
1.2.2.	Análisis Crítico.....	3
1.2.3.	Prognosis.....	5
1.2.4.	Formulación del problema.....	6
1.2.5.	Preguntas directrices.....	6
1.2.6.	Delimitación del problema.....	6
1.3.	JUSTIFICACIÓN.....	7
1.4.	OBJETIVOS.....	8
1.4.1.	General.....	8
1.4.2.	Específicos.....	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	9
2.2.	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	10
2.3.	CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	12
2.3.1.	Sistemas de Manufactura.....	12
2.3.2.	Manufactura Esbelta.....	13
2.3.3.	Objetivos de la Manufactura Esbelta.....	18
2.3.4.	Principios de la Manufactura Esbelta.....	20
2.3.4.1.	Principios básicos.....	20
2.3.4.2.	Eliminación de fallas y pérdidas.....	21

2.3.5.	Herramientas de la Manufactura Esbelta.....	22
2.3.5.1.	5'S.....	22
2.3.5.1.1.	<i>Objetivos de las 5'S.....</i>	23
2.3.5.1.2.	<i>Beneficios de las 5'S.....</i>	23
2.3.5.1.3.	<i>Categorización de las 5'S.....</i>	23
2.3.5.2.	Justo a tiempo.....	32
2.3.5.2.1.	<i>Los 7 pilares de Justo a tiempo.....</i>	33
2.3.5.3.	Sistema Pull.....	35
2.3.5.3.1.	<i>¿Por dónde empezar?.....</i>	35
2.3.5.3.2.	<i>Control visual.....</i>	36
2.3.5.4.	Kanban.....	36
2.3.5.4.1.	<i>Funciones de Kanban.....</i>	37
2.3.5.5.	Mejora Continua (Kaizen).....	38
2.3.5.5.1.	<i>Beneficios Clave.....</i>	38
2.3.5.5.2.	<i>La aplicación del principio de mejora continua.....</i>	38
2.3.6.	Cemento.....	39
2.3.6.1.	Tipos de Cemento.....	41
2.3.7.	Proceso de elaboración del cemento.....	43
2.3.8.	Proceso de envase de cemento.....	46
2.3.8.1.	Trituración de caliza y pizarra.....	46
2.3.8.2.	Parque de almacenamiento.....	46
2.3.8.3.	Molienda del crudo.....	47
2.3.8.4.	Fabricación del clínker.....	48
2.3.8.5.	Almacenamiento y expedición.....	49
2.3.8.6.	Ensayado.....	50
2.3.9.	Roto-Packer.....	50
2.3.9.1.	Roto-Packer en la industria del cemento.....	51
2.3.10.	Transporte del cemento.....	52
2.3.10.1.	Transporte Automático.....	53
2.3.10.1.1.	<i>Banda transportadora en la Industria Cementera.....</i>	53
2.3.10.1.2.	<i>Ventajas ambientales y de seguridad.....</i>	54
2.3.10.2.	Transporte semiautomático.....	54

2.3.10.2.1.	<i>Montacargas de ascensores</i>	55
2.3.10.2.2.	<i>Montacargas de cesta</i>	55
2.3.11.	Proceso de Paletizado.....	56
2.3.11.1.	Máquina Paletizadora o Estibadora.....	56
2.3.11.2.	Paletizador automático.....	56
2.3.11.3.	Algunas consideraciones de manejo del Paletizado.....	57
2.3.11.4.	Recomendaciones de uso del proceso de paletizaje.....	59
2.3.12.	Despacho del cemento.....	60
2.4.	HIPÓTESIS.....	60
2.5.	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	61
2.5.1.	Variable independiente.....	61
2.5.2.	Variable dependiente.....	61

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1.	ENFOQUE.....	62
3.2.	MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN.....	62
3.3.	NIVELES DE INVESTIGACIÓN.....	63
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	64
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	64
3.6.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	64

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.	INFORMACIÓN RECOLECTADA.....	66
4.2.	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	95

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	CONCLUSIONES.....	97
5.2.	RECOMENDACIONES.....	97

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1.	DATOS INFORMATIVOS.....	99
6.2.	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	99
6.3.	JUSTIFICACIÓN.....	100
6.4.	OBJETIVOS.....	101
6.4.1.	Objetivo general.....	101
6.4.2.	Objetivos específicos.....	101
6.5.	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	101
6.6.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA PROPUESTA.....	102
6.6.1.	Sistema de manufactura esbelta.....	102
6.6.2.	Producción de cemento.....	104
6.7.	CONSTRUCCIÓN DE LA PROPUESTA.....	106
6.8.	MODELO OPERATIVO.....	125
6.9.	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	125

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía.....	126
Lincografía.....	126

ANEXOS

Anexo A	HOLCIM ECUADOR S.A.....	127
Anexo B	PLANO GENERAL PLANTA	132
Anexo C	ORGANIGRAMA PLANTA LATACUNGA.....	133
Anexo D	DATOS DE PRODUCCIÓN.....	139
Anexo E	REPORTES SEMANALES DE PRODUCCIÓN.....	144

Índice de Figuras

Figura 2.1.	Diferencia Proceso Tradicional-Manufactura Esbelta.....	16
Figura 2.2.	Estructuración Manufactura Esbelta.....	18
Figura 2.3.	Proceso general.....	44
Figura 2.4.	Roto-packer.....	51
Figura 6.1.	Definición Lean Manufacturing.....	106
Figura 6.2.	Áreas de envase y bodega.....	108
Figura 6.3.	Bodega.....	111
Figura 6.4.	Layaud propuesto.....	114
Figura 6.5.	Prueba de calidad de saco.....	119
Figura 6.6.	Identificación de falla.....	120
Figura 6.7.	Estructura moderna del TPM.....	123

Índice de Fotos

Foto 2.1.	Molino.....	46
Foto 2.2.	Almacenamiento.....	47
Foto 2.3.	Transporte de crudo.....	47
Foto 2.4.	Horno.....	48
Foto 2.5.	Silo de almacenamiento de cemento.....	49
Foto 2.6.	Proceso de ensacado.....	50
Foto 2.7.	Transporte automático.....	54
Foto 2.8.	Transporte montacargas de ascensor.....	55

Foto 2.9.	Carga de camión.....	60
Foto 6.1.	Pallet de 3.000 sacos.....	109
Foto 6.2.	Medición de falla 1.....	120
Foto 6.3.	Medición de falla 2.....	120

Índice de Cuadros

Cuadro 4.1.	Porcentajes de rotura del mes de Agosto.....	67
Cuadro 4.2.	Prueba de humedad de sacos de papel kraf (Agosto).....	68
Cuadro 4.3.	Factores de rotura asignables al saco (Agosto).....	69
Cuadro 4.4.	Factores de rotura asignables al proceso (Agosto).....	70
Cuadro 4.5.	Factores asignables a la calidad del saco (Agosto).....	71
Cuadro 4.6.	Porcentajes de rotura del mes de Septiembre.....	74
Cuadro 4.7.	Prueba de humedad de sacos de papel kraf (Septiembre).....	75
Cuadro 4.8.	Factores de rotura asignables al saco (Septiembre).....	76
Cuadro 4.9.	Factores de rotura asignables al proceso (Septiembre).....	77
Cuadro 4.10.	Factores asignables a la calidad del saco (Septiembre).....	78
Cuadro 4.11.	Porcentajes de rotura del mes de Octubre.....	81
Cuadro 4.12.	Prueba de humedad de sacos de papel kraf (Octubre).....	82
Cuadro 4.13.	Factores de rotura asignables al saco (Octubre).....	83
Cuadro 4.14.	Factores de rotura asignables al proceso (Octubre).....	84
Cuadro 4.15.	Factores asignables a la calidad del saco (Octubre).....	85
Cuadro 4.16.	Porcentajes de rotura del mes de Noviembre.....	88
Cuadro 4.17.	Prueba de humedad de sacos de papel kraf (Noviembre).....	89
Cuadro 4.18.	Factores de rotura asignables al saco (Noviembre).....	90
Cuadro 4.19.	Factores de rotura asignables al proceso (Noviembre).....	91
Cuadro 4.20.	Factores asignables a la calidad del saco (Noviembre).....	92

Índice de Gráficos

Gráfico 4.1.	Factores de rotura asignables al saco (Agosto).....	69
Gráfico 4.2.	Factores de rotura asignables al proceso (Agosto).....	70

Gráfico 4.3.	Factores asignables a la calidad del saco (Agosto).....	71
Gráfico 4.4.	Factores de rotura asignables al saco (Septiembre).....	76
Gráfico 4.5.	Factores de rotura asignables al proceso (Septiembre).....	77
Gráfico 4.6.	Factores asignables a la calidad del saco (Septiembre).....	78
Gráfico 4.7.	Factores de rotura asignables al saco (Octubre).....	83
Gráfico 4.8.	Factores de rotura asignables al proceso (Octubre).....	84
Gráfico 4.9.	Factores asignables a la calidad del saco (Octubre).....	85
Gráfico 4.10.	Factores de rotura asignables al saco (Noviembre).....	90
Gráfico 4.11.	Factores de rotura asignables al proceso (Noviembre).....	91
Gráfico 4.12.	Factores asignables a la calidad del saco (Noviembre).....	92

Índice de Tablas

Tabla 4.1.	Producción mensual del Molino (Agosto).....	73
Tabla 4.2.	Producción mensual del Molino (Septiembre).....	80
Tabla 4.3.	Producción mensual del Molino (Octubre).....	87
Tabla 4.4.	Producción mensual del Molino (Noviembre).....	94
Tabla 4.5.	Resumen de indicadores de referencia.....	95

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo tiene la finalidad de reducir el índice de rotura de sacos generados en el proceso de envase de cemento GU en sacos de 50Kg. en la empresa Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga, para lo cual se utiliza las herramientas de la Manufactura Esbelta, que toma como referencia la eliminación de desperdicios que ayudan a la identificación de las causas de la rotura.

Se revisó toda la documentación disponible relacionada con el proyecto, reportes diarios de producción e índices de rotura de meses anteriores.

En el capítulo primero se presenta el tema, planteamiento del problema, la justificación que indica las motivaciones que llevan a desarrollar el proyecto y los objetivos que se plantean para la solución del problema.

Para el capítulo segundo se enuncia los conceptos fundamentales para la elaboración de dicha investigación, además se incluye información teórica de lo que es la Manufactura Esbelta y la Producción de cemento.

El capítulo tercero indica el método con el que se recabó la información y se define la muestra con la que se trabajará.

En el capítulo cuatro se indica el análisis y la interpretación de los datos recolectados.

En el siguiente capítulo se establece las conclusiones y recomendaciones referentes al tema.

Finalmente, el último capítulo contiene la propuesta del diseño de manufactura esbelta para lograr efectivamente reducir el índice de rotura de sacos en el área de envase.

INTRODUCCIÓN

En actualidad a nivel mundial la manufactura esbelta ha revolucionado la forma de producción de objetos ya que su objetivo es eliminar todos aquellos procesos que no agregan valor al producto final es decir los desperdicios.

El principal propósito es el mejoramiento de la productividad y la reducción de los costos siguiendo los pasos del sistema de Taylor de administración científica, además promueve los procesos de manufactura estrictos y eficientes, manteniendo el respeto al trabajador.

En los últimos años, diversas herramientas de producción han sido empleadas para hacer más eficientes a los negocios, una de estas herramientas es la filosofía “Lean Manufacturing” la cual busca eliminar las “mudas”, palabra japonesa que significa “desperdicio”, y que según Womak, se puede definir como toda aquella actividad que utiliza recursos pero que no genera un valor a los ojos del cliente, y que actualmente plaga a la mayoría de las empresas.

La empresa Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga, cumpliendo con la política de mejora continua de los procesos se a visto en la necesidad de buscar una forma de reducir el índice de rotura de sacos no solo porque representa gastos adicionales a dicho proceso sino también por contribuir con el medio ambiente.

En este sentido, podría considerarse casi imperativo para esta empresa que está en búsqueda de hacerse de un lugar dentro de la competitividad mundial, implementar en su proceso de envase un sistema de manufactura esbelta.

Este sistema a implementarse, además de reducir el índice de rotura ayudaría a aumentar la capacidad de producción y la disponibilidad de la maquinaria, siendo estos, dos puntales importantes para el alcance de la mejora continua.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. TEMA

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA EL PROCESO DE ENVASADO DE CEMENTO EN SACOS DE 50kg. EN LA EMPRESA HOLCIM ECUADOR S.A. PLANTA LATACUNGA”

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

A partir de la segunda guerra mundial se concibió por primera vez el concepto de Manufactura Esbelta que fue creada por grandes Gurús del sistema de Producción Toyota.

El Sistema de Manufactura Esbelta ha sido definido como una filosofía de excelencia de manufactura, busca nuevas y revolucionarias prácticas de elaboración, las cuales han sacado a flote y revivido algunas empresas en todo el mundo.

En tiempos de menor crecimiento, se volvió más importante prestar atención a la eliminación del desperdicio, la disminución de costos y el incremento de la eficiencia. En Estados Unidos esta manera de visualizar los procesos recibió el nombre de Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing).

Hemos presenciado un gran cambio en la forma de entender que la Manufactura Esbelta es una herramienta que ayuda a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando así el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador, ya que muchas veces implica cambios radicales en la manera de trabajar, algo que por naturaleza causa desconfianza y temor.

La implementación integral de Manufactura Esbelta en los países Industrializados como: Japón, Estados Unidos, China, Inglaterra, Holanda, entre otros, ha coadyuvado al desarrollo productivo de las empresas. También proporciona principalmente a las compañías a nivel mundial herramientas para competir en un mercado globalizado que continuamente exige estándares de calidad más altos, entregas más rápidas al más bajo costo y en la cantidad que sea requerida. Con todas estas herramientas podemos obtener muchos beneficios, haciendo cambios continuos para mejorar, desde sistemas de producción más robustos, sistemas de entrega de materiales más apropiados, hasta cambios de distribución de la planta.

En el Ecuador se ha visto necesario dar un giro a la manera tradicional de operar de las empresas y optimizar los procesos productivos, además, eliminar los desperdicios que se generan en el mismo, utilizando la Manufactura Esbelta que contempla los conceptos de valor agregado y valor no agregado en actividades, recursos y demás aspectos dentro del proceso.

En varias empresas se ha implementado la metodología 5'S como inicio de un proceso de mejora continua en donde la aplicación de técnicas sucesivas de manufactura esbelta han permitido mejorar la calidad y productividad de la empresa.

Lamentablemente muy pocas son las empresas netamente ecuatorianas que cuentan con un sistema de manufactura robusto, esto se debe a que la mayoría de industrias no tienen conocimiento de todas las bondades que les podría ofrecer un sistema de manufactura esbelta.

Holcim Ecuador S.A. al contar con las certificaciones del Sistema de Gestión Integral y con la Política de Calidad que contempla que “siempre deberá existir Mejora Continua en sus procesos”, está en permanente búsqueda de optimizar sus operaciones.

La filial de Holcim Ecuador S.A. situada en la ciudad de Latacunga siente la necesidad de mejorar su desempeño en las actividades del proceso de envase. Por lo que decide adoptar un sistema de Manufactura Esbelta.

1.2.2. Análisis Crítico

Holcim es una empresa dedicada a la fabricación de cemento que se comercializa a granel y en sacos de 50 kg. El índice de producción de sacos envasados se ha visto afectado directamente por la rotura de los mismos, tanto en el proceso de envase como en el de despacho.

Según estudios realizados por Smurfit Kappa, que es la Compañía encargada de proporcionar sacos a Holcim Ecuador S.A., las principales causas para que los sacos se rompan son tres:

- Causas asignables al saco, se refiere a que la funda no posee las especificaciones técnicas necesarias, es por esto que se rompe en el proceso mismo del envase o en el transporte hacia el área de paletizado. Esta causa puede subdividirse en diversas variantes como brotes internos, fondo mal

cerrado, falta de goma en la tapa, sin cinta en la parte inferior, falta de goma en la línea, sin cinta en la parte superior, mal trato del saco y arrugas; todos estos factores inciden de una o de otra manera y pueden presentarse varios de estos simultáneamente.

- Existen causas asignables al proceso, las mismas que consisten en que el saco puede ser destruido por acción de la maquinaria o equipo de transporte, entre las variables incidentes en la rotura de sacos tenemos bajo peso que no solo causa deshecho del saco sino también un reproceso de envase del cemento que contenía el saco roto, desperdiciando tiempo y recursos; otros factores incidentes son la caída de sacos de la banda transportadora, ruptura de los sacos por acción de los montacargas, enredo de los sacos al ser disparados hacia la boquilla, fundas rotas dentro del Roto-packer y en la mesa giratoria.

- Otra causa es la mala administración de bodega debido a que no existe un registro de uso de pallets, esto está ocasionado por desconocimiento del sistema de control FIFO que propone que “lo primero que entra, es lo primero que debe salir”, es decir, se debe usar los sacos que más tiempo estén en bodega, ya que su pegamento se encuentra seco.

Este conjunto de causas desembocan en tres pérdidas principales que disminuyen la efectividad del proceso de envase:

- Pérdida de oportunidad: Se pierde la oportunidad de vender el saco que se rompió.

- Pérdida por reproceso: Consiste en que cuando un saco se rompe se debe volver a invertir en él, designando recursos que pudieren haber servido para la producción de otros.

- Pérdida directa: Un saco roto no puede volver a ser utilizado por lo que se pierde esta inversión.

Las pérdidas anteriormente expuestas deterioran la efectividad del proceso de envase causando así un excesivo desperdicio.

1.2.3. Prognosis

De continuar este problema va a producir un elevado margen de desperdicio de recursos, viéndose perjudicada no solo la empresa, sino, todos quienes en ella prestan sus servicios.

En la actualidad es muy importante beneficiarnos al máximo de los recursos y poder sacar provecho de todo lo que tenemos a nuestra disposición, si no se trabaja en la disminución de sacos rotos, la empresa obtendrá menos ganancias, trayendo consigo menos oportunidades de progreso a nivel institucional.

La forma más adecuada de aprovechar los recursos es atenuando la presencia de desperdicios por lo que la planta Holcim Ecuador S.A. reducirá pérdidas económicas debido a la elevación de los costos de producción, por el desperdicio de sacos y el reproceso.

Ninguna empresa busca estancarse, por esta razón y debido a su importancia, se encaminará a la mejora continua de la producción, obteniendo más ganancias y beneficios.

1.2.4. Formulación del problema

¿De qué manera incide el elevado índice de rotura de sacos en el área de envase y despacho en la empresa Holcim Ecuador S.A. en el crecimiento de desperdicios, costos y la reducción de la eficiencia?

1.2.5. Preguntas directrices

¿Cuál es el estado inicial de la planta?

¿Cuál es el índice de rotura de sacos?

¿Qué factores inciden en la rotura de sacos?

¿Con qué método de trabajo cuenta la planta?

¿En qué consisten los sistemas de Manufactura Esbelta?

¿Cuáles son los parámetros de la Manufactura Esbelta?

¿Qué le falta al método de trabajo actual para convertirse en Manufactura Esbelta?

¿Cuáles son las herramientas necesarias para establecer una Manufactura Esbelta?

1.2.6. Delimitación del problema

El presente trabajo se desarrolló desde el mes de Agosto del 2009 con una duración de 6 meses; el mismo que se realizó en las instalaciones de Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga, ubicada en el Barrio San Rafael, vía a San Juan; con el objeto de diseñar un sistema de Manufactura Esbelta en el proceso de envase.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga, se ha propuesto llegar a tener una producción diaria de 60.000 sacos envasados, la misma que se ve amenazada por el índice excesivo de paros de producción por motivo de sacos rotos en el área de envase.

Al estudiar las causas de esta manifestación se puede lograr que directivos y todos los que conforman la planta se comprometan a tener un mejor desempeño para tratar de disminuir los índices de sacos rotos y por ende de pérdidas.

Mediante el diseño de un sistema de Manufactura Esbelta se puede reducir eficazmente el porcentaje de sacos rotos en el proceso de envasado, lo cual es un aporte al desarrollo de la empresa.

Por estas razones, la investigación de este tema es muy importante porque mediante este diseño de Manufactura Esbelta se podrá ir disminuyendo paulatinamente los desperdicios y el número de sacos rotos, lo que aportará a una mayor productividad.

Este proyecto es factible porque se cuenta con los recursos humanos, económicos y técnicos necesarios, además se cuenta con el respaldo de todos quienes forman parte de Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga, ya que este trabajo anhela una mejora continua en el proceso de envase, ofreciendo a terceros (administrativos, accionistas, trabajadores, proveedores, clientes y ciudadanos) el más alto desempeño.

En la actualidad la productividad de una empresa se ve reflejada en cifras (ganancias) y la Manufactura Esbelta es un conjunto de herramientas que favorecen al rendimiento óptimo de todos los recursos existentes, por esta razón es de mucho interés el diseño de este sistema.

Además de todas las razones anteriores expuestas, este trabajo responde a la misión y visión de Holcim Ecuador S.A. que contemplan el deseo de ser la compañía más respetada y exitosamente operada en la industria cementera, creando los cimientos para el futuro de la sociedad.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

Diseñar un sistema de Manufactura Esbelta en el proceso de envase de cemento en sacos de 50 Kg. en la empresa Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga.

1.4.2. Específicos

- Determinar el estado actual de la planta.
- Establecer índices rotura.
- Identificar factores incidentes.
- Establecer el método actual de manufactura de la planta.
- Conocer sobre sistemas de Manufactura Esbelta.
- Establecer parámetros de Manufactura Esbelta.
- Fijar los procedimientos faltantes al método actual para convertirse en Manufactura Esbelta.
- Precisar todas las herramientas necesarias para establecer una Manufactura Esbelta en el proceso.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Para obtener un conocimiento preliminar claro y concreto del tema de investigación que se desarrolló, fue necesario conocer diferentes conceptos y formulaciones fundamentales y básicas para encaminar el proceso de investigación.

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Después de investigar en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, no se encontraron trabajos de investigación relacionados con el tema propuesto, pero en el Internet se puede conseguir la información de trabajos realizados de otras empresas sobre Manufactura Esbelta que servirán de apoyo para la presente investigación.

En la monografía de Pedro Pablo Ballesteros Silva “Algunas Reflexiones para Aplicar la Manufactura Esbelta en Empresas Colombianas” realizada en Pereira-Colombia en junio del 2008 se concluyó lo siguiente:

- Los empresarios colombianos deben contribuir a fortalecer los nuevos paradigmas de las estrategias de producción, que han ido consolidándose y enriqueciendo en forma progresiva con los recientes aportes teórico-prácticos, producto de la investigación en el amplio escenario de la Administración de Operaciones.
- El sistema de producción esbelta está asociado fuertemente con el sentido común y por eso su implementación exige una adecuada preparación en la cultura

organizacional, donde todos: directivos y empleados estén comprometidos a cambiar sus tradicionales formas de pensar y de trabajar.

- Se observa en este artículo que el enfoque del sistema es la eliminación de toda clase de desperdicios (o muda). Para esto es importante el desarrollo de un pensamiento estratégico y esbelto que permita “hacer más con menos” y brindar una manera de hacer el trabajo en un ambiente más agradable y satisfactorio, mediante la retroalimentación oportuna de los esfuerzos por convertir el desperdicio en valor. Definitivamente se debe aprender a trabajar en equipo.

- Para implementar en las empresas colombianas un sistema tan sencillo en el procedimiento pero muy complejo en su filosofía no son suficientes las buenas intenciones y propósitos de los trabajadores. Es determinante el compromiso de la alta dirección o gerencia, que con una buena dosis de sentido común y con suficientes recursos económicos para invertir en tecnología y capacitación se puede respaldar esta clase de proyectos.

2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Este trabajo de investigación se respalda en los objetivos organizacionales, visión y misión de Holcim Ecuador S.A., que recitan lo siguiente:

Visión

Crear los cimientos para el futuro de la sociedad.

Misión

Ser la compañía más respetada y exitosamente operada en nuestra industria, creando valor para nuestros clientes, empleados, accionistas y comunidad implicada.

Objetivos organizacionales

- Alcanzar y mantener los más altos estándares de satisfacción al cliente en nuestra industria, a través de productos y servicios innovadores.

- Asegurar una fuerte posición competitiva en nuestros mercados relevantes, a través de un diseño creativo de productos y excelencia operacional.

- Nos aliamos con los mejores proveedores del mundo, entregando valor agregado tanto para el Grupo así como para nuestros clientes.

- Ser reconocidos como empleadores de primer nivel.

- Somos una organización multicultural. Empoderar a nuestros empleados de todos los niveles, e integrarlos completamente a nuestra red global.

- Ampliar selectivamente nuestro portafolio global de empresas.

- Mantener un diálogo activo con los gobiernos, organizaciones internacionales y no gubernamentales (ONG's) para ser reconocidos como un socio valioso y confiable.

- Continuamente demostrar nuestro compromiso con el desarrollo sostenible y jugar un rol preponderante en la responsabilidad social dentro de nuestro círculo de influencia.

- Tener un desempeño financiero a largo plazo y ser la organización más recomendada en nuestra industria.

Basados en esto se puede decir que el diseño de un sistema de manufactura esbelta para el proceso de envase de cemento garantiza una producción innovadora, con menor porcentaje de desperdicios, eliminando todos aquellos procesos que no den un valor agregado al producto, pudiendo así alcanzar la optimización de los recursos lo cual hará más competitiva a la empresa para tener mucho más éxito.

2.3. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.3.1. Sistemas de Manufactura

Es un conjunto de métodos de trabajo, es decir las técnicas y estrategias con las que se elabora un bien. Se puede decir también que es una sucesión ordenada de acciones con las que se consigue la producción de un objeto.

Implica la fabricación de productos que satisfagan a los clientes, en las fechas y términos estipulados con la calidad requerida y bajo principios de racionalización, de minimización de costos y maximización de utilidades.

El punto de partida de los procesos de manufactura moderno pueden acreditarse a Eli Whitney con su máquina despepitadora de algodón, sus principios de fabricación intercambiables o su máquina fresadora, sucesos todos ellos por los años de 1880 también en esa época aparecieron otros procesos industriales a consecuencia de la guerra civil en los Estados Unidos que proporcionó un nuevo impulso al desarrollo de procesos de manufactura de aquel país.

No está definido un sistema de manufactura específico para cada una de las diferentes industrias, porque el sistema nace con los recursos con los que se cuenta, lo que sí se puede hacer es utilizar herramientas para que el sistema de manufactura sea óptimo.

2.3.2. Manufactura Esbelta

El término de Lean Manufacturing puede ser traducido como Manufactura Delgada o Manufactura Esbelta. Su propósito es el de reducir las actividades que no agregan valor de los procesos para agilizarlos.

La Manufactura Esbelta tiene sus cimientos en el movimiento que se inició en la década de los 40's y que se denominó Administración por Calidad Total (de las siglas en inglés TQM= Total Quality Management) nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota (SPT): William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre algunos.

La Manufactura Esbelta surgió con el Sistema de Producción Toyota (SPT) que promueve los procesos de manufactura estrictos y eficientes, manteniendo el respeto al trabajador. Este sistema fue desarrollado por la Toyota Motor Corporation como una forma de eliminar el desperdicio dentro de las consecuencias del embargo petrolero de 1973. El principal propósito es el mejoramiento de la productividad y la reducción de los costos siguiendo los pasos del sistema de Taylor de administración científica y de la línea de ensamble en masa de Ford. Pero el enfoque del Sistema de Producción Toyota (SPT) es más amplio ya que se dirige no solo a los costos de manufactura sino también a los costos de ventas, administrativos y de capital.

Toyota pensó que era riesgoso adoptar el sistema de producción de Ford, que funciona muy bien en tiempo de alto crecimiento. En tiempos de menor crecimiento, se volvió más importante prestar atención a la eliminación del desperdicio, la disminución de costos y el incremento de la eficiencia. En

Estados Unidos esta manera de visualizar los procesos recibe el nombre de Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing).

A través de ciertos principios y técnicas de depuración, la manufactura esbelta trata de quitar todas las actividades que no agreguen valor al producto final que recibe el cliente. Las implementaciones de la manufactura esbelta se hicieron exitosas principalmente en industrias automotrices, donde inicialmente se llevaron a cabo las implementaciones con resultados muy satisfactorios.

En los últimos años, diversas herramientas de producción han sido empleadas para hacer más eficientes a los negocios, una de estas herramientas es la filosofía “Lean Manufacturing” la cual busca eliminar las “mudas”, palabra japonesa que significa “desperdicio”, y que según Womak, se puede definir como toda aquella actividad que utiliza recursos pero que no genera un valor a los ojos del cliente, y que actualmente plaga a la mayoría de las empresas, estas “mudas” son:

- *Sobreproducción*: No se deben producir artículos para los que no existen órdenes de producción. El producto sólo se debe elaborar cuando el consumidor lo requiera. Así se puede reducir el inventario de materiales y sus respectivos costos.

- *Espera*: Se debe evitar que los operadores esperen observando a las máquinas o esperen la entrega de recursos como herramientas, materiales o partes. Es aceptable que en ocasiones la máquina espere al trabajador pero no a la inversa.

- *Transportes innecesarios*: Todos los recorridos innecesarios durante el proceso de producción se deben minimizar o eliminar.

- *Sobreprocesamiento o procesamiento incorrecto*: Se debe tener claridad en conocer muy bien los métodos de trabajo y los requerimientos de los clientes para evitar procesos innecesarios, que son responsables de los incrementos en los costos de producción.

- *Inventarios*: Todos sabemos que el exceso de inventario tanto de materia prima, de productos en proceso y de producto terminado causan largos tiempos de entrega, alto riesgo de obsolescencia de los productos, deterioro de los artículos, elevados costos de transporte, almacenamiento y retrasos. Esta situación permite que el inventario oculte problemas como producción desnivelada, entregas a destiempo por parte de los proveedores, defectos, tiempos ociosos de los equipos y largos tiempos de preparación, sin desconocer que se requiere personal para cuidarlo, controlarlo y entregarlo cuando sea necesario.

- *Movimientos innecesarios*: Cualquiera que sea el movimiento efectuado por el personal durante sus actividades como observar, buscar, acumular partes, herramientas; siempre que no tenga nada que ver con la actividad productiva se convierte en un desperdicio que se debe eliminar.

- *Productos defectuosos o retrabajos*: La producción de partes defectuosas, las reparaciones o reprocesos, los reemplazos en la producción e inspección; demandan dedicación de tiempo y esfuerzo que se pueden utilizar para realizar labores que agregan valor al producto.

Además la Manufactura Esbelta incluye conceptos como justo a tiempo, cero defectos y flujo de proceso continuo entre otras que son básicamente herramientas para lograr el concepto “Lean Manufacturing”.

Las estrategias de Manufactura Esbelta juegan un papel determinante porque las empresas pueden tener una ventaja competitiva que les permita ir delante de sus competidores. Ver Figura 2.1.



Figura 2.1. Diferencia Proceso Tradicional-Manufactura Esbelta

Algunos principios básicos de esta filosofía son:

- *Valor*: Se determina lo que el cliente está dispuesto a pagar.
- *Cadena de Valor*: Modelado y registro de todas las acciones específicas requeridas para eliminar las actividades que no añaden valor.
- *Flujo*: La eliminación de las interrupciones para lograr que el flujo de la cadena no tenga interrupciones.
- *Dinamizar*: La capacidad de innovar los productos y los procesos a través de los conceptos que brinda la utilización por parte de los clientes.
- *Perfección*: La habilidad para lograr que las cosas se hagan bien desde el primer momento hasta la aplicación del esfuerzo de mejora continua.

Manufactura Esbelta son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador.

En la Figura 2.2. se sintetizan las herramientas utilizadas en Manufactura Esbelta.

El sistema de Manufactura Flexible o Manufactura Esbelta ha sido definida como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio.
- El respeto por el trabajador: Kaizen.
- La mejora consistente de Productividad y Calidad.

El sistema de producción Esbelto es un sistema de negocios que sirve para organizar y administrar el desarrollo, la operación, proveedores y relaciones con los clientes de los productos. Este sistema requiere menos esfuerzo de la gente, menos espacio, menos capital y menos tiempo para hacer los productos con menos defectos.

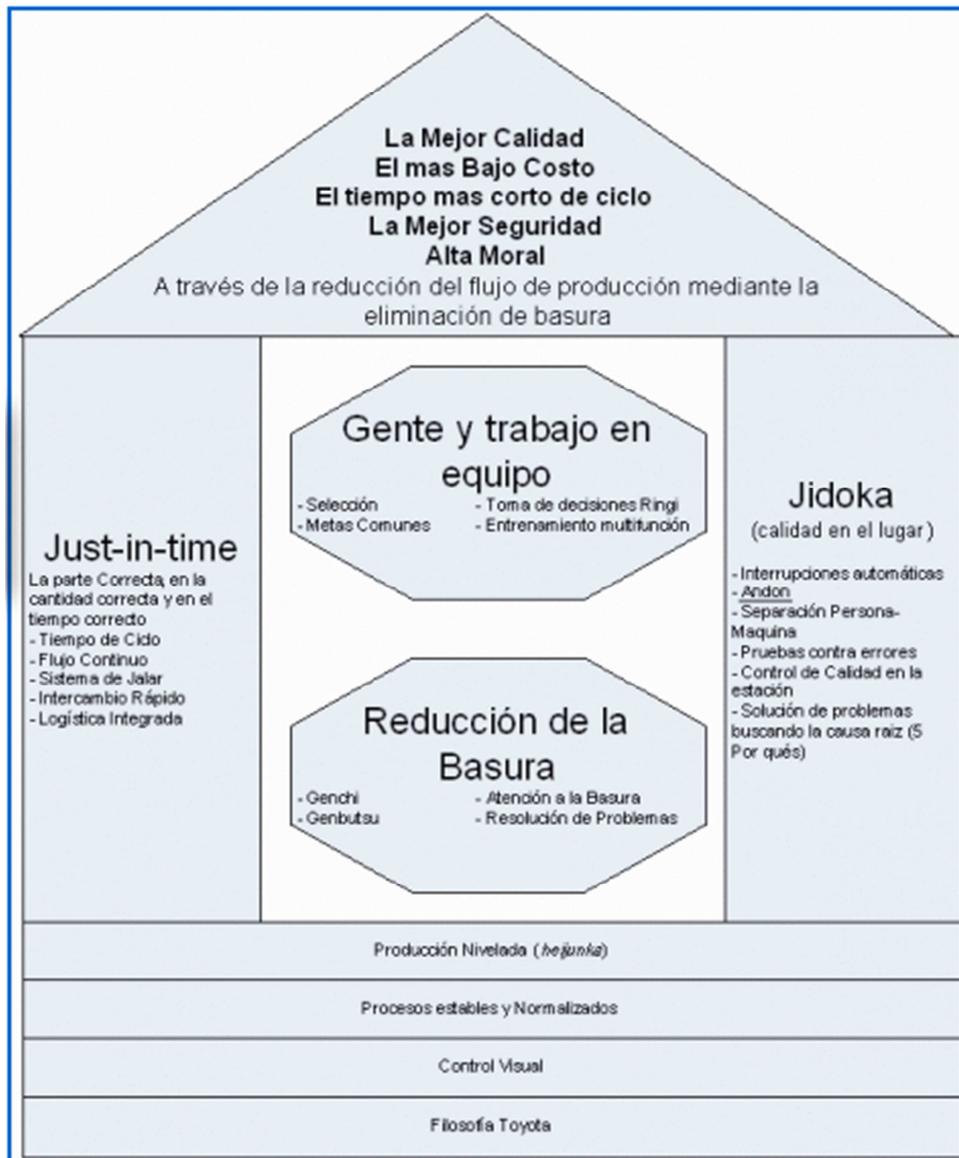


Figura 2.2. Estructuración Manufactura Esbelta

2.3.3. Objetivos de la Manufactura Esbelta

Los principales objetivos de la manufactura esbelta son:

- *Objetivos generales:* Implantar una filosofía de mejoramiento continuo que permita a las organizaciones o compañías reducir sus costos, mejorar o renovar los procesos y eliminar los desperdicios, obteniendo productos que aumenten la satisfacción de los clientes, que cumplan con sus requerimientos y especificaciones y generen un razonable margen de utilidad a las empresas.

Por otra parte, la manufactura esbelta proporciona herramientas administrativas para que las compañías sobrevivan en un mercado global que exige productos de excelente calidad, cada vez más alta, entregas más rápidas a más bajo precio y en la cantidad requerida por los clientes.

- *Objetivos específicos:*

- Reducir dramáticamente la cadena de desperdicios en el sistema de producción.
- Reducir el inventario y el espacio en el área de producción.
- Crear sistemas de producción más robustos y flexibles.
- Crear sistemas apropiados de entrega de materiales.
- Mejorar las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad.
- Reducir los tiempos de producción.
- Eliminar los tiempos de espera.
- Mejorar la calidad de los productos o servicios brindados, entre otros.

Asimismo, es necesario tener presente que no siempre la implementación de un nuevo sistema de manufactura en una empresa es bien aceptado por el personal de la misma, pues siempre existe un recelo o miedo a lo desconocido, miedo que muchas veces lleva a cometer acciones no deseadas.

2.3.4. Principios de la Manufactura Esbelta

Los 5 principios del Pensamiento Esbelto son los siguientes:

- 1. Definir el Valor desde el punto de vista del cliente:* La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.
- 2. Identificar la corriente de Valor:* Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.
- 3. Crear Flujo:* Hacer que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.
- 4. Producir el “Jale” del Cliente:* Una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.
- 5. Perseguir la perfección:* Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible.

2.3.4.1. Principios básicos

- *Valor:* Se determina lo que el cliente está dispuesto a pagar.
- *Cadena de Valor:* Modelado y registro de todas las acciones específicas requeridas para eliminar las actividades que no añaden valor.

- *Flujo*: La eliminación de las interrupciones para lograr que el flujo de la cadena no tenga interrupciones.

- *Dinamizar*: La capacidad de innovar los productos y los procesos a través de los conceptos que brinda la utilización por parte de los clientes.

- *Perfección*: La habilidad para lograr que las cosas se hagan bien desde el primer momento hasta la aplicación del esfuerzo de mejora continua.

2.3.4.2. Eliminación de fallas y pérdidas

1. *Pérdidas por fallas*: Son causadas por defectos en los equipos que requieren de alguna clase de reparación. Estas pérdidas consisten de tiempos muertos y los costos de las partes y mano de obra requerida para la reparación. La magnitud de la falla se mide por el tiempo muerto causado.

2. *Pérdidas de setup y de ajuste*: Son causadas por cambios en las condiciones de operación, como el empezar una corrida de producción, el empezar un nuevo turno de trabajadores. Estas pérdidas consisten de tiempo muerto, cambio de moldes o herramientas, calentamiento y ajustes de las máquinas. Su magnitud también se mide por el tiempo muerto.

3. *Pérdidas debido a paros menores*: Son causadas por interrupciones a las máquinas, atoramientos o tiempo de espera. En general no se pueden registrar estas pérdidas directamente, por lo que se utiliza el porcentaje de utilización (100% menos el porcentaje de utilización), en este tipo de pérdida no se daña el equipo.

4. *Pérdidas de velocidad*: Son causadas por reducción de la velocidad de operación, debido que a velocidades más altas, ocurren defectos de calidad y paros menores frecuentemente.

5. *Pérdidas de defectos de calidad y retrabajos*: Son productos que están fuera de las especificaciones o defectuosos, producidos durante operaciones normales, estos productos, tienen que ser retrabajados o eliminados. Las pérdidas consisten en el trabajo requerido para componer el defecto o el costo del material desperdiciado.

6. *Pérdidas de rendimiento*: Son causadas por materiales desperdiciados o sin utilizar y son ejemplificadas por la cantidad de materiales regresados, tirados o SCRAP.

2.3.5. Herramientas de la Manufactura Esbelta

A continuación se definirán las herramientas utilizadas para lograr una Manufactura Esbelta.

2.3.5.1. 5'S

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. El objetivo central de las 5'S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo. Puesto que cuando nuestro entorno de trabajo está desorganizado y sin limpieza perderemos la eficiencia y la moral en el trabajo se reduce. Las 5'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena

a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5'S, aunque no nos demos cuenta.

2.3.5.1.1. *Objetivos de las 5'S*

El objetivo central de las 5'S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo.

2.3.5.1.2. *Beneficios de las 5'S*

La implantación de una estrategia de 5'S es importante en diferentes áreas, por ejemplo, permite eliminar despilfarros y por otro lado permite mejorar las condiciones de seguridad industrial, beneficiando así a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera la estrategia de las 5'S son:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados.
- Mayor calidad.
- Tiempos de respuesta más cortos.
- Aumenta la vida útil de los equipos.
- Genera cultura organizacional.
- Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos 5'S.

2.3.5.1.3. *Categorización de las 5'S*

Clasificar (Seiri)

Clasificar consiste en retirar del área o estación de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas.

Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamada "etiquetado en rojo". En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados.

Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de "Por Si Acaso".

Clasificar consiste en:

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.

- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.

- Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo.

- Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.

- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.

- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden producir averías.

- Eliminar información innecesaria y que nos pueden conducir a errores de interpretación o de actuación de los Beneficios de clasificar.

Al clasificar se preparan los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos. El primer y más directo impacto está relacionado con la seguridad. Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo es tenso, impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta observar el funcionamiento de los equipos y máquinas, las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo todo esto que el área de trabajo sea más insegura.

Ordenar (Seiton)

Consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Ordenar en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales.

Algunas estrategias para este proceso de "todo en su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, etc., es decir, "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar."

El ordenar permite:

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro.
- En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.
- Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza.
- Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción.

Beneficios de ordenar:

Beneficios para el trabajador:

- Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo.

- Se mejora la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad.
- La presentación y estética de la planta se mejora, comunica orden, responsabilidad y compromiso con el trabajo.
- Se libera espacio.
- El ambiente de trabajo es más agradable.
- La seguridad se incrementa debido a la demarcación de todos los sitios de la planta y a la utilización de protecciones transparentes especialmente los de alto riesgo.

Limpieza (Seiso)

Limpieza significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del TPM implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de FUGUAI (defecto).

Limpieza incluye, además de la actividad de limpiar las áreas de trabajo y los equipos, el diseño de aplicaciones que permitan evitar o al menos disminuir la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo.

Para aplicar la limpieza se debe:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.

- Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo: "la limpieza es inspección".
- Se debe abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.
- El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor calificación.
- No se trata únicamente de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias.

Beneficios de la limpieza

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
- Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza.
- La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo (OEE).

- Se reducen los despilfarros de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes.

- La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque.

Estandarizar (Seiketsu)

El estandarizar pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3'S. El estandarizar sólo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores.

En esta etapa o fase de aplicación (que debe ser permanente), son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos. Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo.

La estandarización pretende:

- Mantener el estado de limpieza alcanzado con las primeras 3'S.

- Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.

- Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- En lo posible se deben emplear fotografías de como se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado.
- El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.
- Las normas de limpieza, lubricación y aprietes son la base del mantenimiento autónomo (Jishu Hozen) Beneficios de estandarizar.
- Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo.
- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Los operarios aprenden a conocer con detenimiento el equipo.
- Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares.
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.

Disciplina (Shitsuke)

Significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan.

- El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Promover el hábito de autocontrolar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración.
- Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás.

Beneficios de la disciplina

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- La disciplina es una forma de cambiar hábitos.

- Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas.
- La moral en el trabajo se incrementa.
- El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas.
- El sitio de trabajo será un lugar donde realmente sea atractivo llegar cada día.

2.3.5.2. Justo a Tiempo

Justo a Tiempo es una filosofía industrial que consiste en la reducción de desperdicio (actividades que no agregan valor) es decir todo lo que implique sub-utilización en un sistema desde compras hasta producción. Existen muchas formas de reducir el desperdicio, pero el Justo a Tiempo se apoya en el control físico del material para ubicar el desperdicio y, finalmente, forzar su eliminación.

La idea básica del Justo a Tiempo es producir un artículo en el momento que es requerido para que este sea vendido o utilizado por la siguiente estación de trabajo en un proceso de manufactura.

Dentro de la línea de producción se controlan en forma estricta no sólo los niveles totales de inventario, sino también el nivel de inventario entre las células de trabajo. La producción dentro de la célula, así como la entrega de material a la misma, se ven impulsadas sólo cuando un stock (inventario) se

encuentra debajo de cierto límite como resultado de su consumo en la operación subsecuente.

Además, el material no se puede entregar a la línea de producción o la célula de trabajo a menos que se deje en la línea una cantidad igual. Esta señal que impulsa la acción puede ser un contenedor vacío o una tarjeta Kanban, o cualquier otra señal visible de reabastecimiento, todas las cuales indican que se han consumido un artículo y se necesita reabastecerlo. La figura 9 nos indica cómo funciona el Sistema Justo a Tiempo.

2.3.5.2.1. Los 7 pilares de Justo a Tiempo

1. Igualar la oferta y la demanda: No importa de qué color o sabor lo pida el cliente, aprenderemos a producirlo como se requiera, con un tiempo de entrega cercano a cero.

2. El peor enemigo, el desperdicio: Eliminar los desperdicios desde la causa raíz realizando un análisis de la célula de trabajo. Algunas de las causas de desperdicios son:

- Desbalance entre trabajadores-proceso.
- Problemas de calidad.
- Mantenimiento preventivo insuficiente.
- Retrabajos, reprocesos.
- Sobreproducción, sobrecompras.
- Gente de más, gente de menos.

3. El proceso debe ser continuo no por lotes: Esto significa que se debe producir solo las unidades necesarias en las cantidades necesarias, en el tiempo necesario. Para lograrlo se tiene dos tácticas:

- Tener los tiempos de entrega muy cortos: Es decir, que la velocidad de producción sea igual a la velocidad de consumo y que se tenga flexibilidad en la línea de producción para cambiar de un modelo a otro rápidamente.

- Eliminar los inventarios innecesarios: Para eliminar los inventarios se requiere reducirlos poco a poco.

4. *Mejora Continua*: La búsqueda de la mejora debe ser constante, tenaz y perseverante paso a paso para así lograr las metas propuestas.

5. *Es primero el ser humano*: La gente es el activo más importante. Justo a Tiempo considera que el hombre es la persona que está con los equipos, por lo que son claves sus decisiones y logran llevar a cabo los objetivos de la empresa. Algunas de las actividades a realizar para cumplir con este punto son:

- Reducir el miedo a la productividad, practicando la apertura y confianza.
- Tener gente multifuncional.
- Tener empleos estables.
- Tener mayor soporte del personal al piso.

6. *La sobreproducción = ineficiencia*: Eliminar el "por si acaso" utilizando otros principios como son: la Calidad Total, involucramiento de la gente, organización del lugar de trabajo, Mantenimiento Productivo Total (TPM), Cambio rápido de modelo (SMED), simplificar comunicaciones.

7. *No vender el futuro*: Las metas actuales tienden a ser a corto plazo, hay que reevaluar los sistemas de medición, de desempeño. Para realizar estas evaluaciones se tiene que tomar en cuenta el Sistema de Planeación Justo a

Tiempo, el cual consiste en un modelo pentagonal, en el cual cada una de las aristas representa un elemento del sistema.

2.3.5.3. Sistema Pull

El Sistema Pull se resume en producir solamente lo que es necesario y para ello, es imperativo que cada operación prevea los materiales requeridos por la operación siguiente y ésta a su vez, prevea los requerimientos de materiales de la siguiente operación. En este sentido, se parte del final con el número de unidades a producir y se determina de manera regresiva las necesidades de materiales en la etapa inmediata anterior y así sucesivamente.

La orientación "pull" es acompañada por un sistema simple de información llamado Kanban. Así la necesidad de un inventario para el trabajo en proceso se ve reducida por el empalme ajustado de la etapa de fabricación. Esta reducción ayuda a sacar a la luz cualquier pérdida de tiempo o de material, el uso de refacciones defectuosas y la operación indebida del equipo. El sistema de jalar permite:

- Reducir inventario, y por lo tanto, poner al descubierto los problemas.
- Hacer sólo lo necesario facilitando el control.
- Minimiza el inventario en proceso.
- Maximiza la velocidad de retroalimentación.
- Minimiza el tiempo de entrega.
- Reduce el espacio.

2.3.5.3.1. ¿Por dónde empezar?

- Por orden y limpieza, organización del lugar de trabajo.
- Acortar bandas transportadoras.

- Fijar rutas del producto.
- Eliminar almacenes de inventario en proceso.
- Acortar distancias.
- Establecer un flujo racional de material, con sus puntos de flujo y abastecimiento.

2.3.5.3.2. *Control visual*

Los controles visuales están íntimamente relacionados con los procesos de estandarización. Un control visual es un estándar representado mediante un elemento gráfico o físico, de color o numérico y muy fácil de ver. La estandarización se transforma en gráficos y estos se convierten en controles visuales. Cuando sucede esto, sólo hay un sitio para cada cosa, y podemos decir de modo inmediato si una operación particular está procediendo normal o anormalmente.

2.3.5.4. **Kanban**

Kanban es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados. Kanban significa en japonés "etiqueta de instrucción". La etiqueta Kanban contiene información que sirve como orden de trabajo, esta es su función principal, en otras palabras es un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de que se va a producir, en qué cantidad, mediante qué medios, y como transportarlo.

Antes de implantar Kanban es necesario desarrollar una producción "labeled/mixed producción schedule" para suavizar el flujo actual de material, esta deberá ser practicada en la línea de ensamble final, si existe una fluctuación muy grande en la integración de los procesos Kanban no funcionará y de lo contrario se creará un desorden, también tendrán que ser

implantados sistemas de reducción de cambios de modelo, de producción de lotes pequeños, Jidoka, control visual, Poka Yoke, mantenimiento preventivo, todo esto es prerequisite para la introducción Kanban.

También se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones antes de implantar Kanban:

- Determinar un sistema de calendarización de producción para ensambles finales para desarrollar un sistema de producción mixto y etiquetado.
- Se debe establecer una ruta de Kanban que refleje el flujo de materiales, esto implica designar lugares para que no haya confusión en el manejo de materiales, se debe hacer obvio cuando el material está fuera de su lugar.
- El uso de Kanban está ligado a sistemas de producción de lotes pequeños.
- Se debe tomar en cuenta que aquellos artículos de valor especial deberán ser tratados diferentes.
- Se debe tener buena comunicación desde el departamento de ventas a producción para aquellos artículos cíclicos a temporada que requieren mucha producción, de manera que se avise con bastante anticipo.
- El sistema Kanban deberá ser actualizado constantemente y mejorado continuamente.

2.3.5.4.1. Funciones de Kanban

Son dos las funciones principales de Kanban:

- Control de la producción.

- Mejora de los procesos.

2.3.5.5. Mejora Continua (Kaizen)

Kaizen se apoya sobre los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial para mejorar los procesos productivos. En sí, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario. Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad y de los métodos de trabajo por operación.

2.3.5.5.1. Beneficios Clave

- Ventajas en el desempeño mediante capacidades organizacionales mejoradas.

- Alineación de las actividades mejoradas a todos los niveles de acuerdo con un propósito estratégico de la organización.

- Flexibilidad para reaccionar rápidamente ante las oportunidades.

2.3.5.5.2. La aplicación del principio de mejora continua

Aplicar este principio conduce a:

- Utilizar un enfoque consistente y amplio de la organización hacia la mejora continua del desempeño de la organización.

- Proporcionar a las personas capacitación en los métodos y las herramientas de la mejora continua.
- Hacer de la mejora continua de los productos, los procesos y los sistemas el objetivo de cada individuo de la organización.
- Establecer metas para guiar y medidas para trazar la mejora continua.
- Reconocer y tomar conocimiento de las mejoras.

2.3.6. Cemento

La palabra cemento es el nombre que se le da a varias sustancias adhesivas. Se deriva del latín caementum, porque los romanos llamaban opus caementitium (obra cementicia) a la grava y a diversos materiales parecidos al hormigón que usaban en sus morteros, aunque no eran la sustancia que los unía.

Es un conglomerante hidráulico que, mezclado con agregados pétreos (árido grueso o grava, más árido fino o arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece al reaccionar con el agua, adquiriendo consistencia pétreo, denominado hormigón o concreto. Su uso está muy generalizado en construcción e ingeniería civil, siendo su principal función la de aglutinante.

Desde la antigüedad, se emplearon pastas y morteros elaborados con arcilla, yeso o cal para unir mampuestos en las edificaciones. Fue en la Antigua Grecia cuando empezaron a usarse tobas volcánicas extraídas de la isla de Santorini, los primeros cementos naturales. En el siglo I a. C. se empezó a utilizar el cemento natural en la Antigua Roma, obtenido en Pozzuoli, cerca

del Vesubio. La bóveda del Panteón es un ejemplo de ello. En el siglo XVIII John Smeaton construye la cimentación de un faro en el acantilado de Edystone, en la costa Cornwall, empleando un mortero de cal calcinada. El siglo XIX, Joseph Aspdin y James Parker patentaron en 1824 el Portland Cement, denominado así por su color gris verdoso oscuro. Isaac Johnson, en 1845, obtiene el prototipo del cemento moderno, con una mezcla de caliza y arcilla calcinada a alta temperatura. En el siglo XX surge el auge de la industria del cemento, debido a los experimentos de los químicos franceses Vicat y Le Chatelier y el alemán Michaélis, que logran cemento de calidad homogénea; la invención del horno rotatorio para calcinación y el molino tubular y los métodos de transportar hormigón fresco ideados por Juergen Hinrich Magens que patenta entre 1903 y 1907.

Hoy llamamos cemento por igual a varios pegamentos, pero de preferencia, al material para unir que se usa en la construcción.

También se le conoce como cemento hidráulico, denominación que comprende a los aglomerantes que fraguan y endurecen una vez que se mezclan con agua e inclusive, bajo el agua.

De acuerdo con la definición que aparece en la Norma Oficial Mexicana (NOM), el cemento portland es el que proviene de la pulverización del clínker obtenido por fusión incipiente de materiales arcillosos y calizas, que contengan óxidos de calcio, silicio, aluminio y fierro en cantidades convenientemente dosificadas y sin más adición posterior que yeso sin calcinar, así como otros materiales que no excedan del 1% del peso total y que no sean nocivos para el comportamiento posterior del cemento, como pudieran ser los álcali.

2.3.6.1. Tipos de Cemento

Se pueden establecer dos tipos básicos de cementos:

1. *De origen arcilloso*: Obtenidos a partir de arcilla y piedra caliza en proporción 1 a 4 aproximadamente.

2. *De origen puzolánico*: La puzolana del cemento puede ser de origen orgánico o volcánico.

Existen diversos tipos de cemento, diferentes por su composición, por sus propiedades de resistencia y durabilidad, y por lo tanto por sus destinos y usos.

Desde el punto de vista químico se trata en general de una mezcla de silicatos y aluminatos de calcio, obtenidos a través del cocido de calcáreo, arcilla y arena. El material obtenido, molido muy finamente, una vez que se mezcla con agua se hidrata y solidifica progresivamente. Puesto que la composición química de los cementos es compleja, se utilizan terminologías específicas para definir las composiciones.

El cemento portland

El tipo de cemento más utilizado como aglomerante para la preparación del hormigón o concreto es el cemento portland.

Cuando el cemento portland es mezclado con el agua, se obtiene un producto de características plásticas con propiedades adherentes que solidifica en algunas horas y endurece progresivamente durante un período de varias semanas hasta adquirir su resistencia característica.

Con el agregado de materiales particulares al cemento (calcáreo o cal) se obtiene el cemento plástico, que fragua más rápidamente y es más fácilmente trabajable. Este material es usado en particular para el revestimiento externo de edificios.

La calidad del cemento portland deberá estar de acuerdo con la norma ASTM C 150.

Cementos portland especiales

Los cementos portland especiales son aquellos que se obtienen de la misma forma que el portland, pero que tienen características diferentes a causa de variaciones en el porcentaje de los componentes que lo forman.

- Portland férrico

El portland férrico está caracterizado por un módulo de fundentes de 0,64. Esto significa que este cemento es muy rico en hierro. En efecto se obtiene introduciendo cenizas de piritita o minerales de hierro en polvo. Este tipo de composición comporta por lo tanto, además de una mayor presencia de Fe_2O_3 , una menor presencia de $3\text{CaOAl}_2\text{O}_3$ cuya hidratación es la que desarrolla más calor. Por este motivo estos cementos son particularmente apropiados para ser utilizados en climas cálidos. Los mejores cementos férricos son los que tienen un módulo calcáreo bajo, en efecto estos contienen una menor cantidad de 3CaOSiO_2 , cuya hidratación produce la mayor cantidad de cal libre ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Puesto que la cal libre es el componente mayormente atacable por las aguas agresivas, estos cementos, conteniendo una menor cantidad, son más resistentes a las aguas agresivas.

- *Cemento puzolánico*

Se denomina puzolana a una fina ceniza volcánica que se extiende principalmente en la región del Lazio y la Campania, su nombre deriva de la localidad de Pozzuoli, en las proximidades de Nápoles, en las faldas del Vesubio. Posteriormente se ha generalizado a las cenizas volcánicas en otros lugares. Ya Vitrubio describía cuatro tipos de puzolana: negra, blanca, gris y roja.

Mezclada con cal en la relación de 2 a 1, se comporta como el cemento puzolánico, y permite la preparación de una buena mezcla en grado de fraguar incluso bajo agua.

2.3.7. Proceso de elaboración del cemento

El cemento portland se fabrica en cuatro etapas básicas:

- Trituración y molienda de la materia prima.

- Mezcla de los materiales en las proporciones correctas, para obtener el polvo crudo.

- Calcinación del polvo crudo.

- Molienda del producto calcinado, conocido como clínker, junto con una pequeña cantidad de yeso.

En la figura 2.3. podemos encontrar una graficación breve del proceso de elaboración del cemento.



Figura 2.3. Proceso general

La materia prima para la elaboración del cemento (caliza, arcilla, arena, mineral de hierro y yeso) se extrae de canteras o minas y, dependiendo de la dureza y ubicación del material, se aplican ciertos sistemas de explotación y equipos. Una vez extraída la materia prima es reducida a tamaños que puedan ser procesados por los molinos de crudo.

La etapa de homogeneización puede ser por vía húmeda o por vía seca, dependiendo de si se usan corrientes de aire o agua para mezclar los materiales. En el proceso húmedo la mezcla de materia prima es bombeada a balsas de homogeneización y de allí hasta los hornos en donde se produce el clínker a temperaturas superiores a los 1500 °C. En el proceso seco, la materia prima es homogeneizada en patios de materia prima con el uso de maquinarias especiales. En este proceso el control químico es más eficiente y el consumo de energía es menor, ya que al no tener que eliminar el agua añadida con el

objeto de mezclar los materiales, los hornos son más cortos y el clínker requiere menos tiempo sometido a las altas temperaturas.

El clínker obtenido, independientemente del proceso utilizado en la etapa de homogeneización, es luego molido con pequeñas cantidades de yeso para finalmente obtener cemento.

La reacción de las partículas de cemento con el agua sigue el siguiente proceso:

1. Periodo inicial: Las partículas con el agua se encuentran en estado de disolución, existiendo una intensa reacción exotérmica inicial. Dura aproximadamente diez minutos.
2. Periodo durmiente: En las partículas se produce una película gelatinosa, la cual inhibe la hidratación del material durante una hora aproximadamente.
3. Inicio de rigidización: Al continuar la hidratación de las partículas de cemento, la película gelatinosa comienza a crecer, generando puntos de contacto entre las partículas, las cuales en conjunto inmovilizan la masa de cemento. También se le llama fraguado. Por lo tanto, el fraguado sería el aumento de la viscosidad de una mezcla de cemento con agua.
4. Ganancia de resistencia: Al continuar la hidratación de las partículas de cemento, y en presencia de cristales de CaOH_2 , la película gelatinosa que está saturada en este punto, desarrolla unos filamentos tubulares llados o agujas fusiformes, las cuales al aumentar en número, generan una trama que traspasa resistencia mecánica entre los granos de cemento ya hidratados.

5. Fraguado y endurecimiento: El principio de fraguado es el tiempo de una pasta de cemento de difícil moldeado y de alta viscosidad. Luego la pasta se endurece y se transforma en un sólido resistente que no puede ser deformado. El tiempo en el que alcanza este estado se llama “final de fraguado”.

2.3.8. Proceso de envase de cemento

2.3.8.1. Trituración de caliza y pizarra

La trituración de la caliza y la pizarra que se extraen de las canteras se realiza a pie del yacimiento para después ser transportadas en camiones hasta el parque de almacenamiento. (Ver foto 2.1.)



Investigador: Mauricio Fabián Espinal Vega

Foto 2.1. Molino

2.3.8.2. Parque de almacenamiento

El Parque de Almacenamiento de materias primas consta de una única nave, dividida en dos sectores en los que se almacenan los diferentes materiales como son: caliza, pizarra, arena, pirita, yeso, en pilas longitudinales. Está techado para evitar la emisión de polvo a la atmósfera y para proteger a los materiales de las condiciones atmosféricas. (Ver foto 2.2.)



Investigador: Mauricio Fabián Espinal Vega

Foto 2.2. Almacenamiento

2.3.8.3. Molienda del crudo

La finalidad de la molienda es reducir el tamaño de las partículas de materias para que las reacciones químicas de cocción en el horno puedan realizarse de forma adecuada. Una cinta transportadora recoge todos los materiales, una vez pesados, para su transporte al molino de crudo.

Con un molino vertical de rodillos se cumple las funciones de molienda, secado y separación.

El material que sale del molino es denominado "harina de crudo", este se almacena en silos cerrados donde se lleva a cabo un proceso de homogeneización por medio de la introducción de aire a presión a través del fondo del silo. (Ver foto 2.3.)



Investigador: Mauricio Fabián Espinal Vega

Foto 2.3. Transporte de crudo

2.3.8.4. Fabricación del clínker

La harina de crudo se introduce en un intercambiador de calor donde se lleva a cabo un proceso de calentamiento progresivo hasta alcanzar los 1.000 °C. El crudo es calentado con los gases del horno antes de ser introducido en él, de esta forma, se consigue que no tenga que estar tanto tiempo en su interior con el consiguiente ahorro de energía.

En el intercambiador de calor los gases que transportan el crudo ascienden por medio de la succión de un potente ventilador con lo que se consigue, de forma simultánea, que el gas pierda temperatura y el crudo la gane.

Con todo ello en el intercambiador se produce una descarbonatación de la caliza del crudo de un 95%. Dentro del horno, el crudo sigue aumentando de temperatura hasta los 1.450°C, necesarios para la correcta formación del cemento. El material que sale del horno, clínker, tiene aspecto de gránulos redondeados y se enfría con aire por debajo de los 120 grados. El clínker es el producto básico para la fabricación de cemento. En algunos cementos el clínker puede constituir hasta el 95% del producto. (Ver foto 2.4.)



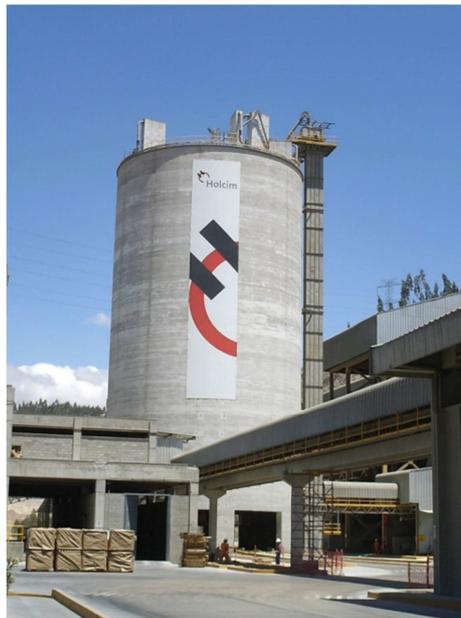
Investigador: Mauricio Fabián Espinal Vega

Foto 2.4. Horno

2.3.8.5. Almacenamiento y expedición

Desde los circuitos de molienda se accede por un sistema de transporte al almacenamiento en silos donde se acumula el cemento con capacidad para 7.500 toneladas. El silo cuenta con un sistema de aireación que permite la fluidificación del cemento.

Bajo cada silo se ha instalado una manga de carga y báscula de pesaje que permite la carga a granel de camiones cisterna. Adicionalmente, de los silos centrales puede extraerse cemento y transportarlo a través de un sistema de aerodeslizadores y elevadores hasta la planta de ensacado. (Ver foto 2.5.)



Investigador: Mauricio Fabián Espinal Vega

Foto 2.5. Silo de almacenamiento de cemento

2.3.8.6. Ensacado

La planta de ensacado se encuentra en una nave expresamente diseñada para el almacenamiento y expedición. Cuenta con una ensacadora rotativa de 12 boquillas, con una capacidad de producción de 2.500 sacos a la hora.

Entre la ensacadora y la paletizadora, integrado en el circuito de transporte de sacos se cuenta con un dispositivo para la limpieza de los sacos y otro de pesaje que incluye el descarte de aquellos con una diferencia.

Una vez paletizado el material se almacena en la nave para su posterior expedición. (Ver foto 2.6.)



Investigador: Mauricio Fabián Espinal Vega

Foto 2.6. Proceso de ensacado

2.3.9. Roto-Packer

Roto-Packer es la máquina encargada del sistema de llenado de bolsas mediante unas válvulas situadas en ella. Desde su debut en 1960, ha logrado el éxito mundial. Con este sistema de envase se pesan los materiales sueltos eficazmente y se llenan en las bolsas. El tipo de la máquina ROTO-

EMPAQUETADOR RSE es una máquina giratoria con 3 a 16 boquillas del llenado y está basada en un sistema de turbinas de llenado.

En la figura 2.4. se puede observar el esquema del Roto-packer.

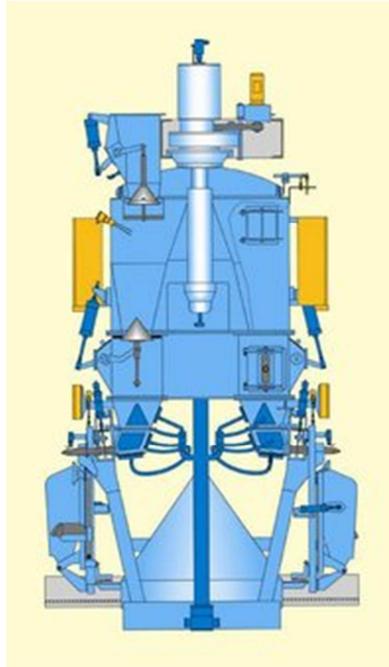


Figura 2.4. Roto-packer

2.3.9.1. Roto-Packer en la industria del cemento

En esta industria Roto-Packer es una maquina rotativa de llenado la cual recibe cemento a granel de una tolva ubicada arriba de la ensacadora. Esta máquina inyecta el cemento por la boquilla al saco, que es previamente disparado por un sistema neumático a la boquilla. Luego de que el saco tenga el peso de 50 Kg. la maquina deja caer el saco en la banda transportadora que se dirige a la balanza electrónica, todo este proceso se realiza en el lapso de 16 segundos aproximadamente.

Las altas velocidades de llenado que son mayores de 4000 sacos por hora para bolsas de pequeñas dimensiones, con un alto nivel de compactación.

Los pesos de la bolsa envasada son óptimos gracias al sistema de balanza electrónico que tiene cada una, el peso es verificado después por otra balanza la cual realimenta de datos a la Roto-Packer e indica si las boquillas deben auto regularse.

El canal del llenado de cemento es ajustable y se cierra para el flujo fino y tosco del producto específico.

El funcionamiento de la máquina envasadora es limpio debido al spillage vertical incorporado que devuelve el aire del dusting y para el llenado del tubo operación del empaquetado, eliminando las partículas en suspensión. La polvera de bolsillo del plan modular simplifica la instalación y mantenimiento el compacto de la maquina.

El ámbito de aplicación incluye polvo de grano fino u ordinario de productos que fluyen con dificultad, o mezclas de componentes finos y gruesos, granulados, cristales y otros productos de granos similares.

2.3.10. Transporte del cemento

Los Transportadores, vienen desempeñando un rol muy importante en los diferentes procesos industriales y esto se debe a varias razones entre las que destacamos; las grandes distancias a las que se efectúa el transporte, su facilidad de adaptación al terreno, su gran capacidad de transporte, la posibilidad de transporte de diversos materiales: minerales, vegetales, combustibles, fertilizantes, materiales empleados en la construcción, entre otros.

2.3.10.1. Transporte Automático

Dentro de este tipo de transporte podemos encontrar el transporte de bandas, una cinta transportadora o banda transportadora es un aparato para el transporte de objetos formado por dos poleas que mueven una cinta transportadora continua. Las poleas son movidas por motores, haciendo girar la cinta transportadora y así lograr transportar el material depositado en la misma.

Las cintas o bandas transportadoras se usan como componentes en la distribución y almacenaje automatizados. Combinados con equipos informatizados de manejo de pallets, permiten una distribución minorista, mayorista y manufacturera más eficiente, permitiendo ahorrar mano de obra y transportar rápidamente grandes volúmenes en los procesos, lo que ahorra costes a las empresas que envían o reciben grandes cantidades, reduciendo además el espacio de almacenaje necesario, todo esto gracias a las bandas transportadoras.

2.3.10.1.1. Banda transportadora en la Industria Cementera

La industria cementera juega un papel de suma importancia, su dinamismo y avanzada tecnología exigen suministros de la más alta calidad, como la banda transportadora de seis capas tanto en polyester como algodón 100%, que tiene la función de permitir el paso de aire en los equipos aerodeslizadores que se destinan a la transportación de cemento bajo el sistema de suspensión de aire. (Ver foto 2.7.)



Investigador: Mauricio Fabián Espinal Vega

Foto 2.7. Transporte automático

2.3.10.1.2. *Ventajas ambientales y de seguridad*

Efectuando la cubrición de las bandas, es posible evitar la dispersión del polvo producido durante el transporte, contribuyendo a mantener una atmósfera limpia.

En la actualidad es posible reducir por completo la emisión de polvo al exterior mediante la instalación de bandas tubulares, esto es importante si la banda está próxima a núcleos urbanos.

2.3.10.2. *Transporte semiautomático*

Dentro de este tipo de transporte encontramos a los montacargas que son aparatos utilizados para el movimiento continuo de los materiales por un camino vertical.

2.3.10.2.1. Montacargas de ascensores

La elevación vertical usando requiere el uso de aletas especialmente diseñadas y envolturas como las utilizadas en sistemas “en masa”. Los ascensores de aletas combinados con los transportadores de aletas en un circuito cerrado proporcionan un sistema totalmente cerrado adecuado para el desplazamiento de gran capacidad de alimentos en forma de partículas. (Ver foto 2.8.)



Investigador: Mauricio Fabián Espinal Vega

Foto 2.8. Transporte montacargas de ascensor

2.3.10.2.2. Montacargas de cesta

Son unidades de gran capacidad especiales para la elevación en masa de productos de flujo relativamente fácil como el azúcar, alubias, sal y cereales. Se pueden transportar productos ligeros, flojos pegajosos húmedos pero se necesita aparatos especiales, este aparato generalmente está compuesto por cestas de acero o hierro maleable llevadas por una cinta continua sobre cadenas sifón sencillo o doble.

Se debe tener consideraciones importantes que afectan el diseño y manipulación que son:

- Las propiedades físicas del producto transportado como: contenido de humedad, ángulo de reposo, propiedades de flujo y forma del cristal.

2.3.11. Proceso de Paletizado

El paletizado es la acción y efecto de disponer mercancía sobre un pallet para su almacenaje y transporte.

2.3.11.1. Máquina Paletizadora o Estibadora

Se trata de una máquina que combina componentes mecánicos y eléctricos con la finalidad de colocar productos generalmente almacenados en cajas, sacos, tambores, entre otros, sobre un pallet, que puede ser de madera, metal o plástico para la conformación de una estiba.

En sustitución del pallet, existen también las hojas deslizables, también conocidas como "slip sheets", que pueden ser de cartón o plástico. Para poder colocar las estibas una encima de la otra usando estas hojas, hay que instalar en los montacargas un aparato especial que tiene por nombre "push and pull". Las paletizadoras de sacos de 50kg. actuales pueden paletizar desde 600 sacos por hora con robot o brazo mecánico, hasta 4500 sacos por hora, generalmente máquinas un poco más complejas utilizadas en la industria del cemento.

2.3.11.2. Paletizador automático

Se trata de una especie de ascensor eléctrico que va depositando los pallets en los nichos de un almacén automatizado. Alimentados por carretillas con o sin conductor, los paletizadores automáticos exigen requisitos suplementarios. Como la altura de la nave disponible está repartida por huecos, los pallets no

pueden apilarse unos sobre otros y deben entrar en el emplazamiento previsto:
altura máxima = altura del emplazamiento (H) – 100 mm aprox.

Si los nichos del almacén no tienen plataformas, los pallets reposan habitualmente sobre 2 barras cuyo espacio estándar más habitual es 800, 1000 o 1200 mm entre ejes. Por ello, es obligatorio que la base inferior del pallet exista aunque sea parcialmente reducida a los patines, se necesita también que estos patines sean preferentemente perpendiculares a las barras para los paletizadores y otros almacenes automatizados, los lados exteriores de la carga y del pallet deben respetar rigurosamente las tolerancias requeridas por el cliente.

2.3.11.3. Algunas consideraciones de manejo del Paletizado

Hay que tener en cuenta algunas consideraciones a la hora de determinar la altura y peso de la carga paletizada:

- Algunos productos pueden constituir cargas demasiado pesadas para las carretillas elevadoras pequeñas que caen hacia adelante al intentar elevar la carga. Conviene por tanto limitar el peso delimitando el número de pilas o disminuyendo la altura de la carga paletizada.
- Del mismo modo, algunas estanterías de almacenamiento admiten una carga por m² reducido, y conviene igualmente limitar el peso de la carga.
- Otros almacenes están equipados con ascensores o montacargas entre las plantas, cuya altura es reducida y no pueden admitir las cargas cuando ya se encuentran elevados.

- Hay que prestar atención al sentido de los patines cuando la carga se introduce con holgura respecto al pallet ya que esta no puede hacerse más que por 2 entradas a causa de la longitud de las horquillas o la estabilidad en la manipulación. Una mala elección del sentido obliga a almacenar a caballo sobre 2 pilas, lo que provoca una pérdida de espacio de almacenamiento.

- La altura del camión que los transporta se sitúa habitualmente entre 2,5 m y 2,6 m y hay que prever alrededor de 15 cm de margen para poder elevar la carga al interior del camión lo que deja una altura útil disponible de alrededor de 2,4 m. Hay que prestar atención a determinados casos especiales:

- Los viejos remolques tienen una altura máxima alrededor de 2,35 m, los camiones frigoríficos donde a veces las mangas de ventilación limitan el espacio en 2 m.

- Los contenedores marítimos son todos diferentes.

- La altura accesible para que las personas puedan coger los embalajes que están en lo alto de la carga paletizada no debe ser superior de 1,8 a 1,9 m.

- Se recomienda transportar 2 pallets de 1,2 m superpuestos antes que uno solo de 1,8m. La tasa de relleno del camión es mejor a pesar de las manipulaciones y los costes de paletización suplementarios. Además, la altura de las instalaciones de almacenamiento de muchos distribuidores están equipados con estanterías paletizadoras que limitan la altura a 1,35 m lo cual se debe evitar o en algunos casos 1,2 m máximo.

2.3.11.4. Recomendaciones de uso del proceso de paletizaje

- Una sobrecarga al pallet tendrá tendencia a balancearse durante el transporte o a deslizarse, aumentando así la necesidad de resistencia a la compresión vertical del embalaje cuyas aristas portantes no estarán superpuestas para transmitir las fuerzas.
- Una carga que exceda el pallet, exigirá igualmente una mayor resistencia al apilamiento del embalaje puesto que sólo una parte de las aristas externas contribuirá al esfuerzo de resistencia. Además, sufrirá directamente los choques y las fricciones que se produzcan en el proceso.
- Todo embalaje mal superpuesto o inútilmente cruzado, verá también aumentada su necesidad de resistencia al apilamiento en proporción inversa al perímetro portante que queda para soportar la masa que recibe. La principal consecuencia de una mala paletización por un mal posicionamiento de los embalajes es la necesidad de sobredimensionar la resistencia del embalaje lo que supone una pérdida económica la cual se añade al riesgo de litigios en el transporte.
- Evitar que la carga sobresalga del pallet pues se expone al punzonamiento de las capas inferiores lo que implica una menor resistencia al apilamiento.
- Una carga demasiado introducida en el pallet provoca vacío entre las cargas que se escoran y se degradan.
- Se deben cruzar las camadas, sobre todo, las superiores pues de lo contrario se produce inestabilidad de la carga que se abre en lo alto.

- Finalmente, se deben superponer las cajas sobre sus aristas para optimizar la carga.

2.3.12. Despacho del cemento

El despacho se realiza con ayuda de un montacargas, el cual acomoda los pallets ya cargados con 2 toneladas de cemento en el camión asegurándose que la carga esté dividida en toda la plataforma. (Ver foto 2.9)



Investigador: Mauricio Fabián Espinal Vega

Foto 2.9. Carga de camión

2.4. HIPÓTESIS

El diseño de un sistema de manufactura esbelta en el proceso de envase de cemento en sacos de 50 kg. en la empresa Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga contribuirá en la disminución del porcentaje de sacos rotos en relación a la producción en el área de envase.

2.5. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.5.1. Variable independiente

Sistema de Manufactura Esbelta

2.5.2. Variable dependiente

Proceso de envase del cemento en Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE

El presente trabajo está enmarcado dentro del paradigma crítico-propositivo por lo que tiene un enfoque cuali-cuantitativo.

Cualitativo porque busca resultados de calidad, es decir un cambio de actitud frente al problema, parte de la existencia del mismo y propone acciones en busca de su solución.

Está basado en un enfoque subjetivo, por lo tanto ve al problema dentro de su contexto. No generaliza, es decir, se fija en el problema desde adentro, aísla al caso buscando la particularidad dentro de la empresa.

A lo expuesto anteriormente se le suma el enfoque cuantitativo al analizar los resultados obtenidos y proponerlos numéricamente, esto quiere decir que se le puso particular énfasis en los resultados.

3.2. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

Para la recolección de información este estudio se basa principalmente en las modalidades de investigación de campo y documental-bibliográfica.

El problema planteado es la razón de ser de esta investigación y para cumplir los

objetivos propuestos es necesario hacer un estudio metódico mediante un contacto directo con todos los hechos en el lugar mismo en donde se producen. La investigación de campo permite conseguir la información necesaria mediante la relación directa con la realidad, observando y preguntando a los empleados de la empresa Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga todo aquello que se relaciona con el manejo de la empresa en lo que al problema se refiere.

Además se apoyó en la investigación documental-bibliográfica que permite comparar la realidad del problema dentro de su contexto con la de otro contexto, esto es beneficioso ya que nos ayuda a profundizar el tema y nos sugiere nuevas formas de buscar una solución según los criterios de diversos autores. Conjuntamente a lo antes mencionado, también se recurrió a las bitácoras de producción y check list.

3.3. NIVELES DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo se realizó en todos los niveles de la investigación.

El nivel exploratorio nos permitió reconocer las variables del problema, el descriptivo porque es necesario hacer informes con datos exactos de la producción y despacho del cemento, el nivel de asociación de variables porque se pretende hacer una correlación entre la variable independiente: Sistema de Manufactura Esbelta, y la variable dependiente que es: Mejoramiento del proceso de envase del cemento en Holcim Ecuador S.A. planta Lacunga, finalmente el nivel explicativo porque se debe comprobar la hipótesis planteada, además de descubrir las causas y los “por qué” del problema.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

En este trabajo investigativo para obtener la información necesaria se utilizó el muestreo intencional porque quién mejor para dar información que las personas mismas que trabajan en el proceso de envase.

La muestra con la que se trabajó es de 16 colaboradores de Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga, mismos que realizan su labor en el área de envase, tomando en cuenta que el universo a investigar, es decir, la población total de la empresa es de 46 personas.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Los instrumentos que se utilizaron para la recolección y registro de datos son: cuadernos de notas, diario, lista de cotejo, matrices de recolección de datos.

La técnica que se empleó en este proceso de investigación es la observación.

La observación fue de gran valor para la recolección de datos que permitieron llegar a conclusiones y a la toma de decisiones.

3.6. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para procesar la información obtenida mediante la observación directa del fenómeno estudiado se procede al análisis de los datos cuantitativos y cualitativos logrados, los cuales deben ser cuantificados correctamente y constituirse como parte medular para la propuesta.

Se efectuó la estructuración de conclusiones y recomendaciones que organizadas en una propuesta lógica y factible, permitirán determinar la solución o minimización de la problemática planteada.

Para llegar a esto se debe seguir el siguiente plan:

- Limpieza de datos
- Codificación
- Tabulación
- Graficación
- Análisis e interpretación
- Verificación de hipótesis
- Conclusiones y recomendaciones

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. INFORMACIÓN RECOLECTADA

Los datos fueron tomados de los reportes diarios de producción, estos son parte de la documentación legal con la que cuenta Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga.

Dichos datos han atravesado un proceso de limpieza, codificación y tabulación para convertir a la información obtenida en fidedigna, además se realizó gráficas que facilitan el análisis e interpretación de los resultados conseguidos.

Este proceso de recolección inició el mes de agosto y concluyó el mes de noviembre del año 2009.

Se ha organizado los datos en meses para facilitar su comprensión.

Además, presentamos algunos cuadros que fragmentan la información y resaltan cada una de las causas por las que se da el problema, esto nos permite estudiarlo más a fondo y de una manera más concisa.

Aparte de los datos expuestos se presenta el respectivo análisis e interpretación de los informes de cada mes, esto permite comprender más claramente cada uno de los factores y las decisiones que es menester tomar.

Cuadro 4.1. Porcentajes de rotura del mes de Agosto

	<i>Producido</i>	<i>ASIGNABLE AL SACO</i>	<i>%</i>	<i>ASIGNABLE AL PROCESO</i>	<i>%</i>	<i>TOTAL ACUMULA.</i>	<i>% ROTURA</i>
SABADO 01 de Agosto de 2009	37139	14	0,038	31	0,083	45	0,121
DOMINGO 02 de Agosto de 2009	31833	35	0,110	27	0,085	62	0,195
LUNES 03 de Agosto de 2009	34172	59	0,173	35	0,102	94	0,275
MARTES 04 de Agosto de 2009	42520	128	0,301	34	0,080	162	0,381
MIERCOLES 05 de Agosto de 2009	25420	18	0,071	15	0,059	33	0,130
JUEVES 06 de Agosto de 2009	48657	43	0,088	45	0,092	88	0,181
VIERNES 07 de Agosto de 2009	44778	55	0,123	53	0,118	108	0,241
SABADO 08 de Agosto de 2009	28082	19	0,068	39	0,139	58	0,207
DOMINGO 09 de Agosto de 2009	44794	26	0,058	21	0,047	47	0,105
LUNES 10 de Agosto de 2009	24935	15	0,060	17	0,068	32	0,128
MARTES 11 de Agosto de 2009	26300	19	0,072	42	0,160	61	0,232
MIERCOLES 12 de Agosto de 2009	10127	123	1,215	43	0,425	166	1,639
JUEVES 13 de Agosto de 2009	51782	117	0,226	65	0,126	182	0,351
VIERNES 14 de Agosto de 2009	47971	88	0,183	77	0,161	165	0,344
SABADO 15 de Agosto de 2009	43516	56	0,129	313	0,719	369	0,848
DOMINGO 16 de Agosto de 2009	45214	56	0,124	62	0,137	118	0,261
LUNES 17 de Agosto de 2009	38016	41	0,108	97	0,255	138	0,363
MARTES 18 de Agosto de 2009	45874	74	0,161	67	0,146	141	0,307
MIERCOLES 19 de Agosto de 2009	53364	52	0,097	54	0,101	106	0,199
JUEVES 20 de Agosto de 2009	42592	64	0,150	69	0,162	133	0,312
VIERNES 21 de Agosto de 2009	50656	62	0,122	51	0,101	113	0,223
SABADO 22 de Agosto de 2009	41347	133	0,322	85	0,206	218	0,527
DOMINGO 23 de Agosto de 2009	42854	118	0,275	165	0,385	283	0,660
LUNES 24 de Agosto de 2009	29444	27	0,092	57	0,194	84	0,285
MARTES 25 de Agosto de 2009	47723	87	0,182	53	0,111	140	0,293
MIERCOLES 26 de Agosto de 2009	54194	74	0,137	31	0,057	105	0,194
JUEVES 27 de Agosto de 2009	38883	79	0,203	39	0,100	118	0,303
VIERNES 28 de Agosto de 2009	49780	80	0,161	29	0,058	109	0,219
SABADO 29 de Agosto de 2009	50253	82	0,163	34	0,068	116	0,231
DOMINGO 30 de Agosto de 2009	48390	53	0,110	24	0,050	77	0,159
LUNES 31 de Agosto de 2009	24662	110	0,446	33	0,134	143	0,580
TOTAL	1245272	2007	0,161	1807	0,145	3814	0,306

Fuente: Reportes diarios de producción
 Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Cuadro 4.2. Prueba de humedad de sacos de papel kraf (Agosto)

 Holcim		PRUEBA DE HUMEDAD			Prueba realizada en área de goma
		% DE HUMEDAD			
MES DE AGOSTO	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3	% TOTAL	
SABADO 01 de Agosto de 2009	13,5	12,8	13,7	13,3	
DOMINGO 02 de Agosto de 2009	14	13,8	13,2	13,7	
LUNES 03 de Agosto de 2009	12,6	13,9	13	13,2	
MARTES 04 de Agosto de 2009	12,3	13,4	13,2	13,0	
MIERCOLES 05 de Agosto de 2009	13,3	13,8	13	13,4	
JUEVES 06 de Agosto de 2009	13,5	12,9	12,6	13,0	
VIERNES 07 de Agosto de 2009	12,4	13	13,3	12,9	
SABADO 08 de Agosto de 2009	13,5	13,6	13,7	13,6	
DOMINGO 09 de Agosto de 2009	13,5	13,9	12,9	13,4	
LUNES 10 de Agosto de 2009	13,7	13,2	12,6	13,2	
MARTES 11 de Agosto de 2009	12,6	14	13,8	13,5	
MIERCOLES 12 de Agosto de 2009	12,9	13,4	12,5	12,9	
JUEVES 13 de Agosto de 2009	13,4	13,5	13,9	13,6	
VIERNES 14 de Agosto de 2009	13,1	13,8	12,9	13,3	
SABADO 15 de Agosto de 2009	12,5	12,8	13,6	13,0	
DOMINGO 16 de Agosto de 2009	13	13,2	12,5	12,9	
LUNES 17 de Agosto de 2009	13,3	12,7	13,6	13,2	
MARTES 18 de Agosto de 2009	13,8	12,9	13,6	13,4	
MIERCOLES 19 de Agosto de 2009	13,5	13,8	13,2	13,5	
JUEVES 20 de Agosto de 2009	13,3	13,6	13,4	13,4	
VIERNES 21 de Agosto de 2009	13,1	13	13,6	13,2	
SABADO 22 de Agosto de 2009	13,6	13,9	13,1	13,5	
DOMINGO 23 de Agosto de 2009	12,3	12,8	13,6	12,9	
LUNES 24 de Agosto de 2009	12,4	13,5	13,1	13,0	
MARTES 25 de Agosto de 2009	13,4	13,6	13,2	13,4	
MIERCOLES 26 de Agosto de 2009	13,6	13,9	13,4	13,6	
JUEVES 27 de Agosto de 2009	12,4	12,9	12,6	12,6	
VIERNES 28 de Agosto de 2009	12,8	12,6	12,2	12,5	
SABADO 29 de Agosto de 2009	13,3	13,7	13,9	13,6	
DOMINGO 30 de Agosto de 2009	12,5	12,7	12,3	12,5	
LUNES 31 de Agosto de 2009	12,3	12	12,1	12,1	

Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

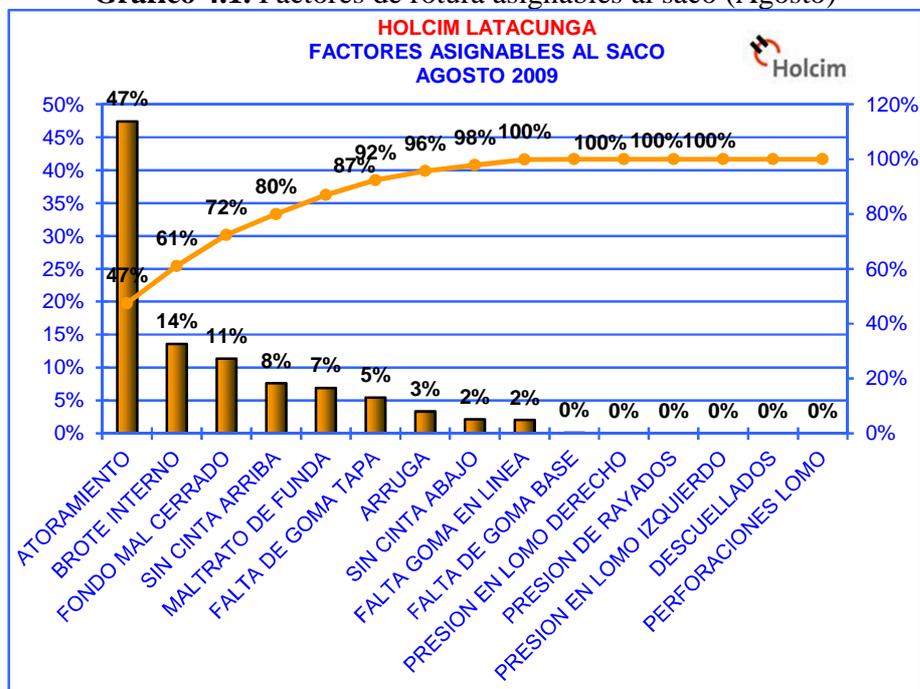
Cuadro 4.3. Factores de rotura asignables al saco (Agosto)

CAUSA ROTURA ASIGNABLE AL SACO				
No.	TIPO DE FALLA	CANTIDAD	%	% ACUMULADO
119	ATORAMIENTO	952	47,43%	47,43%
108	BROTE INTERNO	273	13,60%	61,04%
115	FONDO MAL CERRADO	228	11,36%	72,40%
113	SIN CINTA ARRIBA	153	7,62%	80,02%
105	MALTRATO DE FUNDA	139	6,93%	86,95%
103	FALTA DE GOMA TAPA	109	5,43%	92,38%
101	ARRUGA	67	3,34%	95,71%
114	SIN CINTA ABAJO	43	2,14%	97,86%
102	FALTA GOMA EN LINEA	41	2,04%	99,90%
104	FALTA DE GOMA BASE	2	0,10%	100,00%
106	PRESION EN LOMO DERECHO	0	0,00%	100,00%
112	PRESION DE RAYADOS	0	0,00%	100,00%
107	PRESION EN LOMO IZQUIERDO	0	0,00%	100,00%
109	DESCUELLADOS	0	0,00%	100,00%
110	PERFORACIONES LOMO	0	0,00%	100,00%
111	PERFORACIONES FONDO	0	0,00%	100,00%
116	NIDAJE	0	0,00%	100,00%
117	FUNDAS MOJADAS	0	0,00%	100,00%
118	FALTA MICROPERFORACIONES	0	0,00%	100,00%
TOTAL		2007	100,00%	

Fuente: Smurfit Kappa

Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Gráfico 4.1. Factores de rotura asignables al saco (Agosto)



Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

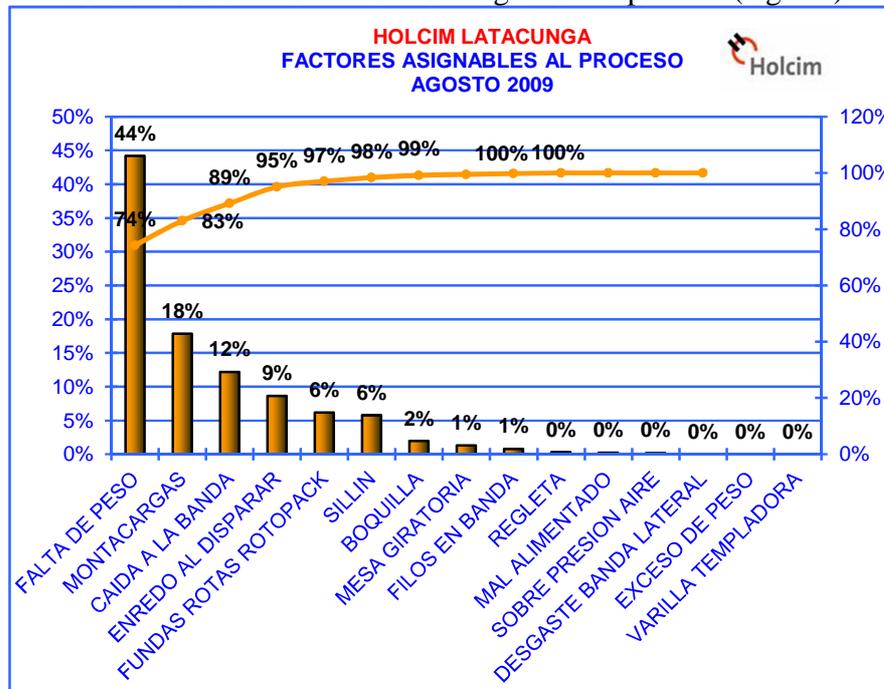
Cuadro 4.4. Factores de rotura asignables al proceso (Agosto)

FACTORES DE ROTURA ASIGNABLE AL PROCESO				
No.	FACTORES INCIDENTES	CANTIDAD	%	% ACUMULADO
214	FALTA DE PESO	799	44,22%	44,22%
220	MONTACARGAS	323	17,87%	62,09%
212	CAIDA A LA BANDA	221	12,23%	74,32%
205	ENREDO AL DISPARAR	157	8,69%	83,01%
211	FUNDAS ROTAS ROTOPACK	112	6,20%	89,21%
210	SILLIN	105	5,81%	95,02%
208	BOQUILLA	36	1,99%	97,01%
203	MESA GIRATORIA	24	1,33%	98,34%
217	FILOS EN BANDA	15	0,83%	99,17%
204	REGLETA	6	0,33%	99,50%
206	MAL ALIMENTADO	5	0,28%	99,78%
209	SOBRE PRESION AIRE	4	0,22%	100,00%
201	DESGASTE BANDA LATERAL	0	0,00%	100,00%
213	EXCESO DE PESO	0	0,00%	100,00%
202	VARILLA TEMPLADORA	0	0,00%	100,00%
207	CAUCHO TOPE (PISADORES)	0	0,00%	100,00%
215	FILOS EN CHUTE	0	0,00%	100,00%
216	LIMPIA SACOS	0	0,00%	100,00%
218	FILOS EN DESVIADORES	0	0,00%	100,00%
219	PALETIZADO	0	0,00%	100,00%
221	PRUEBAS	0	0,00%	100,00%
222	NO IDENTIFICADA	0	0,00%	100,00%
TOTAL		1807	100,00%	

Fuente: Smurfit Kappa

Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Gráfico 4.2. Factores de rotura asignables al proceso (Agosto)



Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

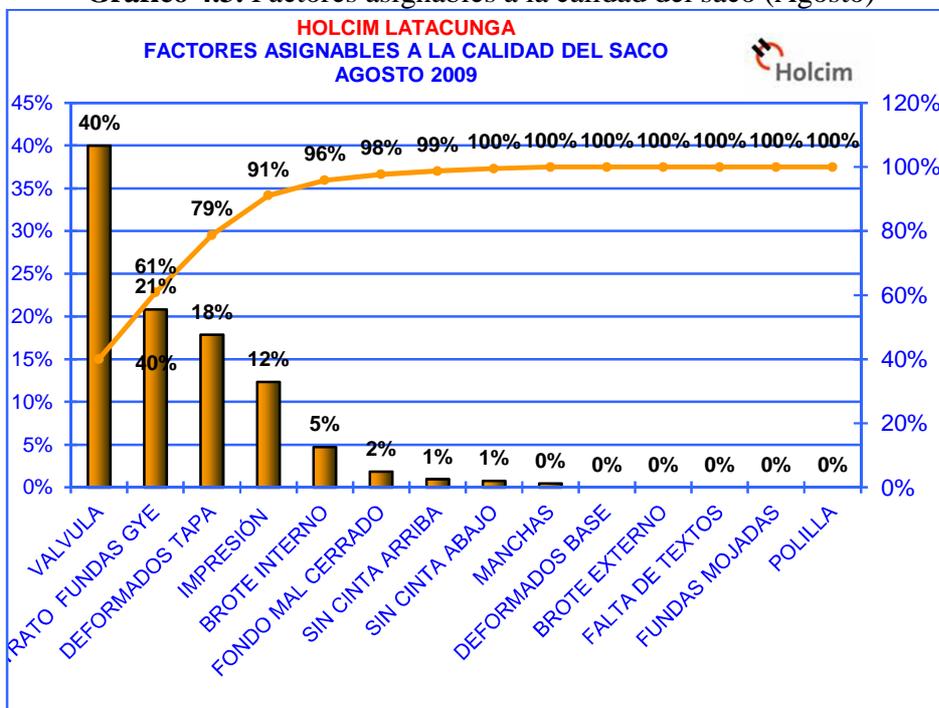
Cuadro 4.5. Factores asignables a la calidad del saco (Agosto)

FACTORES ASIGNABLES A LA CALIDAD DEL SACO				
No.	FACTORES INCIDENTES	CANTIDAD	%	% ACUMULADO
302	VALVULA	405	40,02%	40,02%
314	MALTRATO FUNDAS GYE	211	20,85%	60,87%
301	DEFORMADOS TAPA	181	17,89%	78,75%
305	IMPRESIÓN	125	12,35%	91,11%
307	BROTE INTERNO	48	4,74%	95,85%
312	FONDO MAL CERRADO	19	1,88%	97,73%
309	SIN CINTA ARRIBA	10	0,99%	98,72%
310	SIN CINTA ABAJO	8	0,79%	99,51%
304	MANCHAS	5	0,49%	100,00%
308	DEFORMADOS BASE	0	0,00%	100,00%
303	BROTE EXTERNO	0	0,00%	100,00%
306	FALTA DE TEXTOS	0	0,00%	100,00%
311	FUNDAS MOJADAS	0	0,00%	100,00%
313	POLILLA	0	0,00%	100,00%
TOTAL		1012	100,00%	

Fuente: Smurfit Kappa

Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Gráfico 4.3. Factores asignables a la calidad del saco (Agosto)



Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Análisis

Como se puede constatar en el cuadro 4.1., los factores más incidentes en la rotura de los sacos en el mes de Agosto son los asignables al saco con un 52%, es decir 2007 unidades del total de los sacos rotos que son 3814, dentro de estos factores con un 47,43% el atoramiento fue el más frecuente, como se puede reafirmar en el cuadro 4.3.

Con lo que respecta a la humedad de los sacos en el mes de Agosto tenemos un promedio de 13,2% de humedad en el área del pegado del saco, como se puede comprobar en cuadro 4.2.

Además el 48% del total de los sacos rotos se debe a los factores asignables al proceso es decir 1807 sacos, como se observa en el cuadro 4.4., dentro de estos factores el más repetitivo fue la falta de peso con un 44,22% de incidencia.

Por otra parte, como muestra el cuadro 4.5., los factores asignables a la calidad del saco poseen un 0,08% es decir 1012 sacos de la producción total del mes, el 40% de estos defectos de calidad corresponde a sacos sin válvula.

En el anexo E se muestra el tiempo total en minutos del mes de Agosto que es de 23655 min. que representa el tiempo que la maquina envasó cemento.

Interpretación

De acuerdo a los porcentajes anteriores tenemos un elevado índice de rotura por factores asignables al saco, cuyo promedio es de 65 sacos rotos al día, más 59 sacos rotos por factores asignables al proceso nos da un total de 124 sacos.

Los motivos principales de esta rotura se deben a dos razones principales que son:

- Humedad de la funda mayor al 10% en el área del pegado.
- Fallas en el funcionamiento de la ensacadora.

Como se demostró el promedio de humedad es 13,2%, es decir 3,2% mayor al límite permisible lo que causa parte del elevado porcentaje de rotura.

Con lo que respecta a las fallas en el funcionamiento de la ensacadora el índice que nos revela este parámetro es el tiempo total de marcha en el mes, que se puede ver en el anexo E, que en el mes de Agosto es de 23655 minutos de marcha. Ya que en todo el mes solo se para 4 veces para el mantenimiento de la ensacadora, cada parada dura 8 horas y el resto del tiempo está ensacando cemento a una velocidad de 2500 sacos por hora.

El molino es la maquinaria que abastece de cemento a la ensacadora y al despacho a granel, ya que Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga ofrece dos tipos de productos que son cemento GU y cemento HE. En la tabla 4.1. se muestra cuanto se produce en un mes de 31 días ya que la producción de HE es solo del 10% del total producido, y este se comercializa solo a granel.

Tabla 4.1. Producción mensual del Molino (Agosto)

Ton/Hora	Horas/Día	Días/Mes	Disponibilidad	
110	24	31	0,8	
TONELADAS POR MES		65472 t		Tiempo de producción
TONELADAS DE HE		6547 t	59,5 h	3571,2 min
TONELADAS DE GU		58925 t	535,7 h	32140,8 min

La envasadora puede ensacar la capacidad de GU que abastece el molino en 28284 minutos es decir en 471,4 horas. En relación al tiempo de marcha de este mes que es de 23655 minutos al tiempo de marcha óptimo que es 28284, solo se cumplió en un 83,63% que es un porcentaje mejorable.

Cuadro 4.6. Porcentajes de rotura del mes de Septiembre

	<i>Producido</i>	<i>ASIGNABLE AL SACO</i>	<i>%</i>	<i>ASIGNABLE AL PROCESO</i>	<i>%</i>	<i>TOTAL ACUM.</i>	<i>% ROTURA</i>
MARTES 01 de Septiembre de 2009	14404	55	0,382	28	0,194	83	0,576
MIERCOLES 02 de Septiembre de 2009	20550	52	0,253	9	0,044	61	0,297
JUEVES 03 de Septiembre de 2009	44434	79	0,178	26	0,059	105	0,236
VIERNES 04 de Septiembre de 2009	46821	44	0,094	20	0,043	64	0,137
SABADO 05 de Septiembre de 2009	46055	51	0,111	19	0,041	70	0,152
DOMINGO 06 de Septiembre de 2009	36252	53	0,146	43	0,119	96	0,265
LUNES 07 de Septiembre de 2009	41038	96	0,234	63	0,154	159	0,387
MARTES 08 de Septiembre de 2009	48381	108	0,223	48	0,099	156	0,322
MIERCOLES 09 de Septiembre de 2009	52351	180	0,344	39	0,074	219	0,418
JUEVES 10 de Septiembre de 2009	23845	104	0,436	45	0,189	149	0,625
VIERNES 11 de Septiembre de 2009	41486	40	0,096	40	0,096	80	0,193
SABADO 12 de Septiembre de 2009	47928	41	0,086	42	0,088	83	0,173
DOMINGO 13 de Septiembre de 2009	50519	63	0,125	35	0,069	98	0,194
LUNES 14 de Septiembre de 2009	53932	47	0,087	64	0,119	111	0,206
MARTES 15 de Septiembre de 2009	45083	25	0,055	38	0,084	63	0,140
MIERCOLES 16 de Septiembre de 2009	40284	15	0,037	11	0,027	26	0,065
JUEVES 17 de Septiembre de 2009	29412	11	0,037	10	0,034	21	0,071
VIERNES 18 de Septiembre de 2009	39180	40	0,102	23	0,059	63	0,161
SABADO 19 de Septiembre de 2009	45794	46	0,100	26	0,057	72	0,157
DOMINGO 20 de Septiembre de 2009	17793	43	0,242	16	0,090	59	0,332
LUNES 21 de Septiembre de 2009	19358	17	0,088	27	0,139	44	0,227
MARTES 22 de Septiembre de 2009	17530	24	0,137	29	0,165	53	0,302
MIERCOLES 23 de Septiembre de 2009	11429	13	0,114	15	0,131	28	0,245
JUEVES 24 de Septiembre de 2009	27798	40	0,144	32	0,115	72	0,259
VIERNES 25 de Septiembre de 2009	39704	42	0,106	29	0,073	71	0,179
SABADO 26 de Septiembre de 2009	39704	61	0,154	50	0,126	111	0,280
DOMINGO 27 de Septiembre de 2009	52168	77	0,148	48	0,092	125	0,240
LUNES 28 de Septiembre de 2009	22017	25	0,114	48	0,218	73	0,332
MARTES 29 de Septiembre de 2009	19467	36	0,185	44	0,226	80	0,411
MIERCOLES 30 de Septiembre de 2009	47375	44	0,093	94	0,198	138	0,291
TOTAL	1082092	1572	0,145	1061	0,098	2633	0,243

Fuente: Reportes diarios de producción
 Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Cuadro 4.7. Prueba de humedad de sacos de papel kraf (Septiembre)

 Holcim		PRUEBA DE HUMEDAD			Prueba realizada en área de goma
		% DE HUMEDAD			
MES DE SEPTIEMBRE		TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3	% TOTAL
MARTES 01 de Septiembre de 2009		12,7	12,5	12,4	12,5
MIERCOLES 02 de Septiembre de 2009		12,6	12,7	12,8	12,7
JUEVES 03 de Septiembre de 2009		12,2	12,5	12,3	12,3
VIERNES 04 de Septiembre de 2009		12,7	12,6	12,9	12,7
SABADO 05 de Septiembre de 2009		12,1	12	12,8	12,3
DOMINGO 06 de Septiembre de 2009		12,5	12,6	12,8	12,6
LUNES 07 de Septiembre de 2009		12,1	12,4	12,9	12,5
MARTES 08 de Septiembre de 2009		12,7	12,3	12,2	12,4
MIERCOLES 09 de Septiembre de 2009		12	12,4	12,1	12,2
JUEVES 10 de Septiembre de 2009		12,9	12,6	12,2	12,6
VIERNES 11 de Septiembre de 2009		13,2	13,5	13,7	13,5
SABADO 12 de Septiembre de 2009		12,9	12,6	12,8	12,8
DOMINGO 13 de Septiembre de 2009		12,4	12,8	12,6	12,6
LUNES 14 de Septiembre de 2009		12,2	12,7	12,1	12,3
MARTES 15 de Septiembre de 2009		11,2	11,9	11,6	11,6
MIERCOLES 16 de Septiembre de 2009		12,4	12,7	12,6	12,6
JUEVES 17 de Septiembre de 2009		12,1	12,9	12,4	12,5
VIERNES 18 de Septiembre de 2009		12,3	12,5	12	12,3
SABADO 19 de Septiembre de 2009		12,2	12,1	12,5	12,3
DOMINGO 20 de Septiembre de 2009		12,9	12,7	12,5	12,7
LUNES 21 de Septiembre de 2009		12,4	12,8	12,6	12,6
MARTES 22 de Septiembre de 2009		11,9	12,4	12,1	12,1
MIERCOLES 23 de Septiembre de 2009		11,8	11,7	12,4	12,0
JUEVES 24 de Septiembre de 2009		12,4	11,9	11,7	12,0
VIERNES 25 de Septiembre de 2009		11,6	12	12,9	12,2
SABADO 26 de Septiembre de 2009		12,1	11,7	11,4	11,7
DOMINGO 27 de Septiembre de 2009		11,5	11,1	11,3	11,3
LUNES 28 de Septiembre de 2009		11,7	11,1	12,3	11,7
MARTES 29 de Septiembre de 2009		12,1	11,3	11,9	11,8
MIERCOLES 30 de Septiembre de 2009		10,6	11,1	11,3	11,0

Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

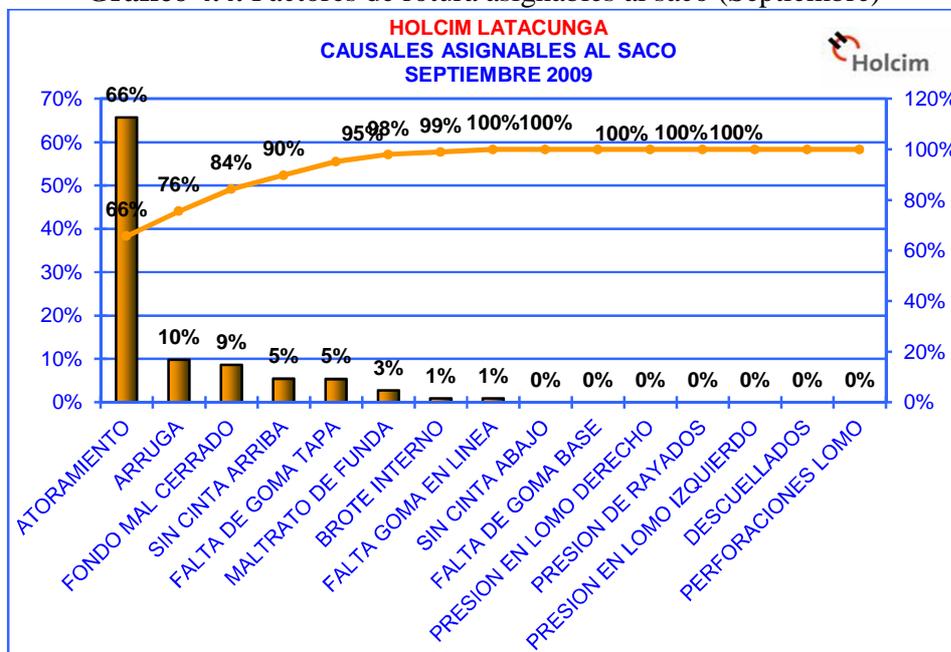
Cuadro 4.8. Factores de rotura asignables al saco (Septiembre)

FACTORES DE ROTURA ASIGNABLES AL SACO				
No.	FACTORES INCIDENTES	CANTIDAD	%	% ACUMULADO
119	ATORAMIENTO	862	65,75%	65,75%
101	ARRUGA	129	9,84%	75,59%
115	FONDO MAL CERRADO	114	8,70%	84,29%
113	SIN CINTA ARRIBA	72	5,49%	89,78%
103	FALTA DE GOMA TAPA	71	5,42%	95,19%
105	MALTRATO DE FUNDA	37	2,82%	98,02%
108	BROTE INTERNO	13	0,99%	99,01%
102	FALTA GOMA EN LINEA	13	0,99%	100,00%
114	SIN CINTA ABAJO	0	0,00%	100,00%
104	FALTA DE GOMA BASE	0	0,00%	100,00%
106	PRESION EN LOMO DERECHO	0	0,00%	100,00%
112	PRESION DE RAYADOS	0	0,00%	100,00%
107	PRESION EN LOMO IZQUIERDO	0	0,00%	100,00%
109	DESCUELLADOS	0	0,00%	100,00%
110	PERFORACIONES LOMO	0	0,00%	100,00%
111	PERFORACIONES FONDO	0	0,00%	100,00%
116	NIDAJE	0	0,00%	100,00%
117	FUNDAS MOJADAS	0	0,00%	100,00%
118	FALTA MICROPERFORACIONES	0	0,00%	100,00%
TOTAL		1311	100,00%	

Fuente: Smurfit Kappa

Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Gráfico 4.4. Factores de rotura asignables al saco (Septiembre)



Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

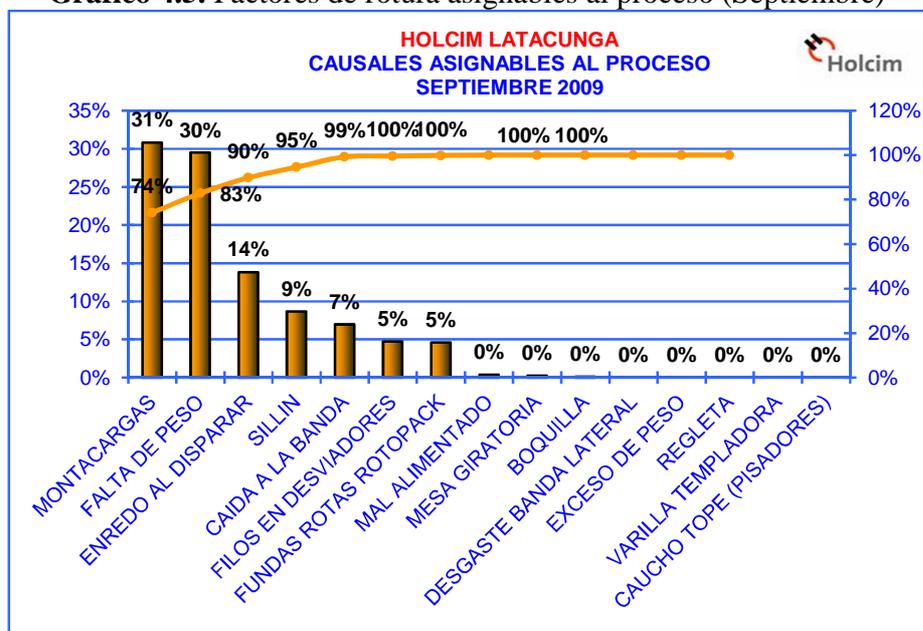
Cuadro 4.9. Factores de rotura asignables al proceso (Septiembre)

FACTORES DE ROTURA ASIGNABLES AL PROCESO				
No.	FACTORES INCIDENTES	CANTIDAD	%	% ACUMULADO
220	MONTACARGAS	234	30,83%	30,83%
214	FALTA DE PESO	224	29,51%	60,34%
205	ENREDO AL DISPARAR	105	13,83%	74,18%
210	SILLIN	66	8,70%	82,87%
212	CAIDA A LA BANDA	53	6,98%	89,86%
218	FILOS EN DESVIADORES	36	4,74%	94,60%
211	FUNDAS ROTAS ROTOPACK	35	4,61%	99,21%
206	MAL ALIMENTADO	3	0,40%	99,60%
203	MESA GIRATORIA	2	0,26%	99,87%
208	BOQUILLA	1	0,13%	100,00%
201	DESGASTE BANDA LATERAL	0	0,00%	100,00%
213	EXCESO DE PESO	0	0,00%	100,00%
204	REGLETA	0	0,00%	100,00%
202	VARILLA TEMPLADORA	0	0,00%	100,00%
207	CAUCHO TOPE (PISADORES)	0	0,00%	100,00%
209	SOBRE PRESION AIRE	0	0,00%	100,00%
215	FILOS EN CHUTE	0	0,00%	100,00%
216	LIMPIA SACOS	0	0,00%	100,00%
217	FILOS EN BANDA	0	0,00%	100,00%
219	PALETIZADO	0	0,00%	100,00%
221	PRUEBAS	0	0,00%	100,00%
222	NO IDENTIFICADA	0	0,00%	100,00%
TOTAL		759	100,00%	

Fuente: Smurfit Kappa

Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Gráfico 4.5. Factores de rotura asignables al proceso (Septiembre)



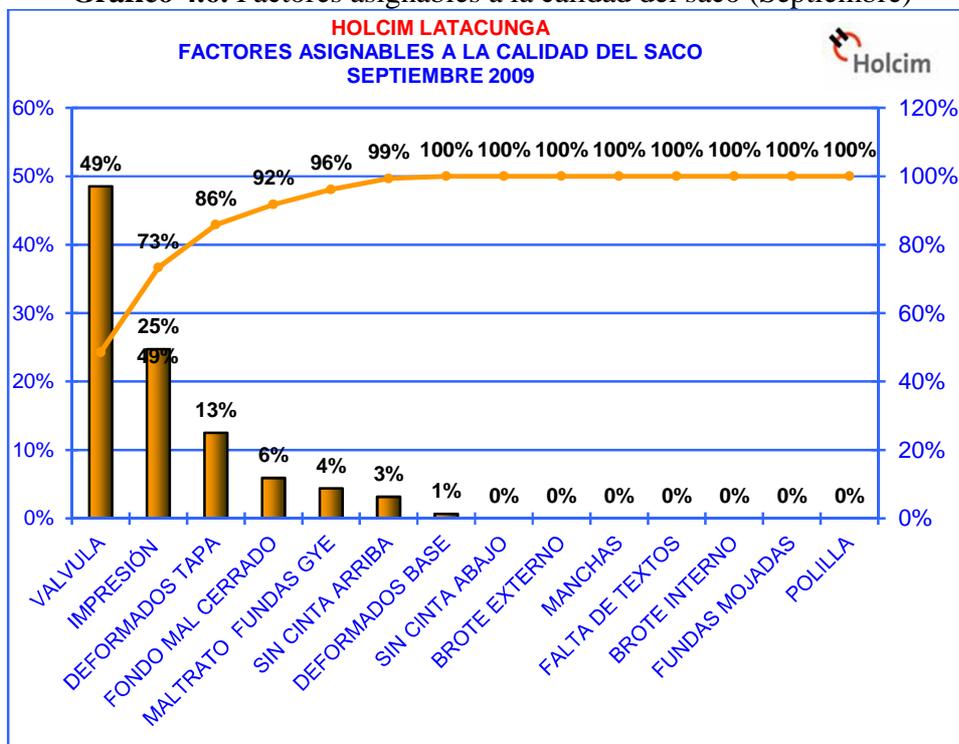
Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Cuadro 4.10. Factores asignables a la calidad del saco (Septiembre)

FACTORES ASIGNABLES A LA CALIDAD DEL SACO				
No.	FACTORES INCIDENTES	CANTIDAD	%	% ACUMULADO
302	VALVULA	353	48,56%	48,56%
305	IMPRESIÓN	180	24,76%	73,31%
301	DEFORMADOS TAPA	91	12,52%	85,83%
312	FONDO MAL CERRADO	43	5,91%	91,75%
314	MALTRATO FUNDAS GYE	32	4,40%	96,15%
309	SIN CINTA ARRIBA	23	3,16%	99,31%
308	DEFORMADOS BASE	5	0,69%	100,00%
310	SIN CINTA ABAJO	0	0,00%	100,00%
303	BROTE EXTERNO	0	0,00%	100,00%
304	MANCHAS	0	0,00%	100,00%
306	FALTA DE TEXTOS	0	0,00%	100,00%
307	BROTE INTERNO	0	0,00%	100,00%
311	FUNDAS MOJADAS	0	0,00%	100,00%
313	POLILLA	0	0,00%	100,00%
TOTAL		727	100,00%	

Fuente: Smurfit Kappa
 Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Gráfico 4.6. Factores asignables a la calidad del saco (Septiembre)



Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Análisis

Como se puede constatar en el cuadro 4.6., los factores más incidentes en la rotura de los sacos en el mes de Septiembre son los asignables al saco con un 59,7%, es decir 1311 unidades del total de los sacos rotos que son 2070 que en relación al mes anterior se redujo en un 45%, dentro de estos factores con un 65,75% el atoramiento fue el más frecuente, como se puede reafirmar en el cuadro 4.8.

Con lo que respecta a la humedad de los sacos en el mes de Septiembre tenemos un promedio de 12,3% de humedad en el área del pegado del saco, como se puede comprobar en cuadro 4.7.

Además el 40,3% del total de los sacos rotos se debe a los factores asignables al proceso es decir 759 sacos, como se observa en el cuadro 4.9., dentro de estos factores el más repetitivo fue la rotura a causa del montacargas con un 30,83% de incidencia.

Por otra parte, como muestra el cuadro 4.10., los factores asignables a la calidad del saco poseen un 0,067% es decir 727 sacos de la producción total del mes, el 48,56% de estos defectos de calidad corresponde a sacos sin válvula.

En el anexo E se muestra el tiempo total en minutos del mes de Septiembre que es de 23697 min. que representa el tiempo que la maquina envasó cemento.

Interpretación

De acuerdo a los porcentajes anteriores tenemos un elevado índice de rotura por factores asignables al saco, que nos da un promedio de 44 sacos rotos al día, más 25 sacos por factores asignables al proceso nos da un total de 69 sacos. En comparación al mes anterior se redujo en 55 sacos por día de trabajo, pero esta cifra es mejorable.

Los motivos principales de esta rotura se deben a dos razones principales que son:

- Humedad de la funda mayor al 10% en el área del pegado.
- Fallas en el funcionamiento de la ensacadora.

Como se demostró el promedio de humedad es 12,3%, es decir 0,9 % menor al porcentaje del mes de Agosto y 2,3% mayor al porcentaje permisible siendo el porcentaje del mes de Septiembre aun perfectible.

El molino es la maquinaria que abastece de cemento a la ensacadora y al despacho a granel, ya que Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga ofrece dos tipos de productos que son cemento GU y cemento HE. En la tabla 4.2. se muestra cuanto se produce en un mes de 30 días ya que la producción de HE es solo del 10% del total producido, y este se comercializa solo a granel.

Tabla 4.2. Producción mensual del Molino (Septiembre)

Ton/Hora	Horas/Día	Días/Mes	Disponibilidad	
110	24	30	0,8	
TONELADAS POR MES		63360	Tiempo de producción	
TONELADAS DE HE		6336	57,6	3456
TONELADAS DE GU		57024	518,4	31104

La envasadora puede ensacar la capacidad de GU que abátese el molino en 27372 minutos es decir en 456,2 horas. En relación al tiempo de marcha de este mes que es de 23697 minutos al tiempo de marcha optimo que es 27372, solo se cumplió en un 86,57% que es un porcentaje mejorable.

Y en relación al mes anterior este porcentaje mejoró en 2,94% más de tiempo de marcha de la máquina envasadora.

Cuadro 4.11. Porcentajes de rotura del mes de Octubre

	Producido	ASIGNABLE AL SACO	%	ASIGNABLE AL PROCESO	%	TOTAL ACUMULA.	% ROTURA
JUEVES 01 de Octubre de 2009	36677	42	0,115	73	0,199	115	0,314
VIERNES 02 de Octubre de 2009	38206	48	0,126	99	0,259	147	0,385
SABADO 03 de Octubre de 2009	26506	49	0,185	49	0,185	98	0,370
DOMINGO 04 de Octubre de 2009	47234	11	0,023	48	0,102	59	0,125
LUNES 05 de Octubre de 2009	7976	28	0,351	13	0,163	41	0,514
MARTES 06 de Octubre de 2009	41241	29	0,070	68	0,165	97	0,235
MIERCOLES 07 de Octubre de 2009	44560	30	0,067	73	0,164	103	0,231
JUEVES 08 de Octubre de 2009	39524	59	0,149	73	0,185	132	0,334
VIERNES 09 de Octubre de 2009	38941	84	0,216	60	0,154	144	0,370
SABADO 10 de Octubre de 2009	23735	25	0,105	45	0,190	70	0,295
DOMINGO 11 de Octubre de 2009	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
LUNES 12 de Octubre de 2009	40541	41	0,101	84	0,207	125	0,308
MARTES 13 de Octubre de 2009	30185	35	0,116	63	0,209	98	0,325
MIERCOLES 14 de Octubre de 2009	49049	25	0,051	24	0,049	49	0,100
JUEVES 15 de Octubre de 2009	25505	45	0,176	16	0,063	61	0,239
VIERNES 16 de Octubre de 2009	46207	38	0,082	38	0,082	76	0,164
SABADO 17 de Octubre de 2009	38597	65	0,168	95	0,246	160	0,415
DOMINGO 18 de Octubre de 2009	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
LUNES 19 de Octubre de 2009	40648	34	0,084	69	0,170	103	0,253
MARTES 20 de Octubre de 2009	26817	54	0,201	31	0,116	85	0,317
MIERCOLES 21 de Octubre de 2009	30002	18	0,060	23	0,077	41	0,137
JUEVES 22 de Octubre de 2009	46499	47	0,101	34	0,073	81	0,174
VIERNES 23 de Octubre de 2009	48117	50	0,104	43	0,089	93	0,193
SABADO 24 de Octubre de 2009	31623	39	0,123	37	0,117	76	0,240
DOMINGO 25 de Octubre de 2009	19773	15	0,076	24	0,121	39	0,197
LUNES 26 de Octubre de 2009	26050	47	0,180	40	0,154	87	0,334
MARTES 27 de Octubre de 2009	34929	51	0,146	61	0,175	112	0,321
MIERCOLES 28 de Octubre de 2009	21208	41	0,193	44	0,207	85	0,401
JUEVES 29 de Octubre de 2009	42162	53	0,126	80	0,190	133	0,315
VIERNES 30 de Octubre de 2009	49264	54	0,110	63	0,128	117	0,237
SABADO 31 de Octubre de 2009	24310	10	0,041	16	0,066	26	0,107
TOTAL	1016086	1167	0,115	1486	0,146	2653	0,261

Fuente: Reportes diarios de producción
Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Cuadro 4.12. Prueba de humedad de sacos de papel kraf (Octubre)

		PRUEBA DE HUMEDAD			Prueba realizada en área de goma
		% DE HUMEDAD			
MES DE OCTUBRE		TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3	% TOTAL
JUEVES 01 de Octubre de 2009		11,3	11,4	11,5	11,4
VIERNES 02 de Octubre de 2009		11,6	11,4	11,1	11,4
SABADO 03de Octubre de 2009		11,2	12	11,7	11,6
DOMINGO 04 de Octubre de 2009		11,3	11	11,4	11,2
LUNES 05 de Octubre de 2009		11,7	11,4	11,4	11,5
MARTES 06 de Octubre de 2009		11,1	11,6	11,5	11,4
MIERCOLES 07 de Octubre de 2009		11,2	11	11,7	11,3
JUEVES 08 de Octubre de 2009		11,6	11,3	11,8	11,6
VIERNES 09 de Octubre de 2009		11,2	11,5	11,3	11,3
SABADO 10 de Octubre de 2009		11,8	11,5	11	11,4
DOMINGO 11 de Octubre de 2009		11,3	11,2	11,1	11,2
LUNES 12 de Octubre de 2009		11,1	10,8	11	11,0
MARTES 13 de Octubre de 2009		12,3	11,6	10,9	11,6
MIERCOLES 14 de Octubre de 2009		10,8	10,5	11,4	10,9
JUEVES 15 de Octubre de 2009		11,2	10,5	10,9	10,9
VIERNES 16 de Octubre de 2009		10,6	10,5	11,1	10,7
SABADO 17 de Octubre de 2009		11	10,4	10,3	10,6
DOMINGO 18 de Octubre de 2009		10,4	10,6	10,8	10,6
LUNES 19 de Octubre de 2009		11,3	10,5	11,2	11,0
MARTES 20 de Octubre de 2009		10,5	10,3	10,6	10,5
MIERCOLES 21 de Octubre de 2009		10,8	11	10,4	10,7
JUEVES 22 de Octubre de 2009		10,6	10,9	10,5	10,7
VIERNES 23 de Octubre de 2009		10,3	10	10,7	10,3
SABADO 24 de Octubre de 2009		10,1	10,4	10,6	10,4
DOMINGO 25 de Octubre de 2009		10,2	10,8	10,3	10,4
LUNES 26 de Octubre de 2009		10,4	9,9	10,3	10,2
MARTES 27 de Octubre de 2009		10	9,7	9	9,6
MIERCOLES 28 de Octubre de 2009		9,8	9,5	10,1	9,8
JUEVES 29 de Octubre de 2009		9,6	9,3	10	9,6
VIERNES 30 de Octubre de 2009		9,4	9,7	9,2	9,4
SABADO 31 de Octubre de 2009		9,2	9,8	9,3	9,4

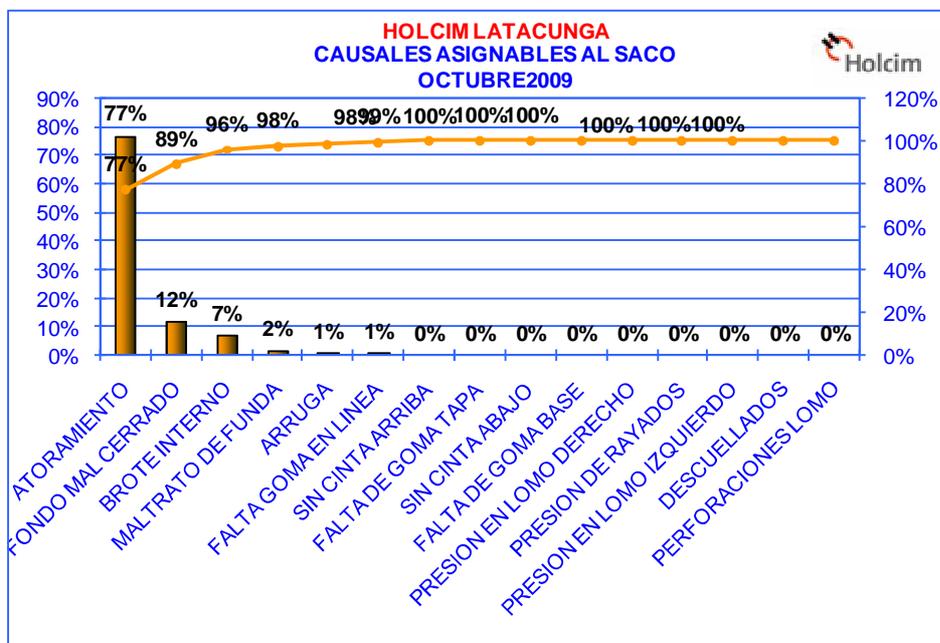
Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Cuadro 4.13. Factores de rotura asignables al saco (Octubre)

FACTORES DE ROTURA ASIGNABLE AL SACO				
No.	FACTORES INCIDENTES	CANTIDAD	%	% ACUMULADO
119	ATORAMIENTO	779	76,98%	76,98%
115	FONDO MAL CERRADO	121	11,96%	88,93%
108	BROTE INTERNO	70	6,92%	95,85%
105	MALTRATO DE FUNDA	17	1,68%	97,53%
101	ARRUGA	9	0,89%	98,42%
102	FALTA GOMA EN LINEA	9	0,89%	99,31%
113	SIN CINTA ARRIBA	3	0,30%	99,60%
103	FALTA DE GOMA TAPA	2	0,20%	99,80%
114	SIN CINTA ABAJO	2	0,20%	100,00%
104	FALTA DE GOMA BASE	0	0,00%	100,00%
106	PRESION EN LOMO DERECHO	0	0,00%	100,00%
112	PRESION DE RAYADOS	0	0,00%	100,00%
107	PRESION EN LOMO IZQUIERDO	0	0,00%	100,00%
109	DESCUELLADOS	0	0,00%	100,00%
110	PERFORACIONES LOMO	0	0,00%	100,00%
111	PERFORACIONES FONDO	0	0,00%	100,00%
116	NIDAJE	0	0,00%	100,00%
117	FUNDAS MOJADAS	0	0,00%	100,00%
118	FALTA MICROPERFORACIONES	0	0,00%	100,00%
TOTAL		1012	100,00%	

Fuente: Smurfit Kappa
 Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Gráfico 4.7. Factores de rotura asignables al saco (Octubre)



Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

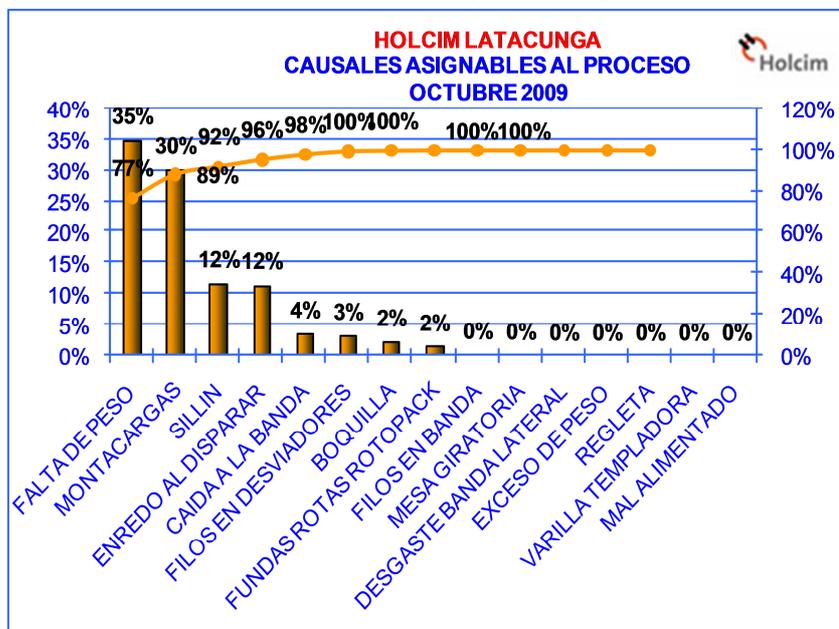
Cuadro 4.14. Factores de rotura asignables al proceso (Octubre)

FACTORES DE ROTURA ASIGNABLE AL PROCESO				
No.	FACTORES INCIDENTES	CANTIDAD	%	% ACUMULADO
214	FALTA DE PESO	383	35,04%	35,04%
220	MONTACARGAS	330	30,19%	65,23%
210	SILLIN	129	11,80%	77,04%
205	ENREDO AL DISPARAR	126	11,53%	88,56%
212	CAIDA A LA BANDA	40	3,66%	92,22%
218	FILOS EN DESVIADORES	37	3,39%	95,61%
208	BOQUILLA	26	2,38%	97,99%
211	FUNDAS ROTAS ROTOPACK	17	1,56%	99,54%
217	FILOS EN BANDA	3	0,27%	99,82%
203	MESA GIRATORIA	2	0,18%	100,00%
201	DESGASTE BANDA LATERAL	0	0,00%	100,00%
213	EXCESO DE PESO	0	0,00%	100,00%
204	REGLETA	0	0,00%	100,00%
202	VARILLA TEMPLADORA	0	0,00%	100,00%
206	MAL ALIMENTADO	0	0,00%	100,00%
207	CAUCHO TOPE (PISADORES)	0	0,00%	100,00%
209	SOBRE PRESION AIRE	0	0,00%	100,00%
215	FILOS EN CHUTE	0	0,00%	100,00%
216	LIMPIA SACOS	0	0,00%	100,00%
219	PALETIZADO	0	0,00%	100,00%
221	PRUEBAS	0	0,00%	100,00%
222	NO IDENTIFICADA	0	0,00%	100,00%
TOTAL		1093	100,00%	

Fuente: Smurfit Kappa

Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Gráfico 4.8. Factores de rotura asignables al proceso (Octubre)



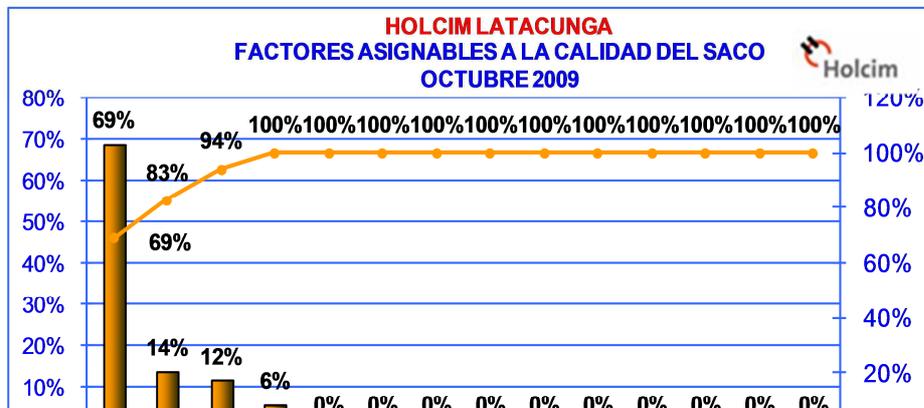
Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Cuadro 4.15. Factores asignables a la calidad del saco (Octubre)

FACTORES ASIGNABLES A LA CALIDAD DEL SACO				
No.	FACTORES INCIDENTES	CANTIDAD	%	% ACUMULADO
302	VALVULA	95	68,84%	68,84%
314	MALTRATO FUNDAS GYE	19	13,77%	82,61%
301	DEFORMADOS TAPA	16	11,59%	94,20%
308	DEFORMADOS BASE	8	5,80%	100,00%
309	SIN CINTA ARRIBA	0	0,00%	100,00%
310	SIN CINTA ABAJO	0	0,00%	100,00%
312	FONDO MAL CERRADO	0	0,00%	100,00%
303	BROTE EXTERNO	0	0,00%	100,00%
304	MANCHAS	0	0,00%	100,00%
305	IMPRESIÓN	0	0,00%	100,00%
306	FALTA DE TEXTOS	0	0,00%	100,00%
307	BROTE INTERNO	0	0,00%	100,00%
311	FUNDAS MOJADAS	0	0,00%	100,00%
313	POLILLA	0	0,00%	100,00%
TOTAL		138	100,00%	

Fuente: Smurfit Kappa
 Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

Gráfico 4.9. Factores asignables a la calidad del saco (Octubre)



Investigador: Mauricio Fabián Espinel Vega

ERROR: ioerror
OFFENDING COMMAND: image

STACK: