

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL

Tesis de grado previo a la obtención
del título de Ingeniero Industrial.

**“EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN DEL SECADOR DE PUZOLANA Y
PREMOLIENDA; SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD EN EL AREA DE
MOLIENDA DE CEMENTO DE COMPAÑÍA INDUSTRIAS GUAPAN.”**

AUTOR:

Francisco Javier Guamán Castro

DIRECTOR:

Lcdo. Santiago Serrano

CUENCA – ECUADOR

2014

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desplegados, análisis efectuados, así como las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa Institucional Vigente.

Cuenca, 06 de Junio del 2014.



(f) *Francisco Javier Guamán Castro*

Francisco Javier Guamán Castro.

0301533873

CERTIFICO, que bajo mi dirección y asesoría fueron desarrollados cada uno de los capítulos de la tesis “EVALUACIÓN DE LA OPERACIÓN DEL SECADOR DE PUZOLANA Y PREMOLIENDA; SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD EN EL AREA DE MOLIENDA DE CEMENTO DE COMPAÑÍA INDUSTRIAS GUAPAN.” realizado por el estudiante: Francisco Javier Guamán Castro, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerado como trabajo final de grado.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Santiago Serrano', is centered on the page. The signature is fluid and cursive, with a large initial 'S'.

Lcdo. Santiago Serrano
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Esta tesis de grado se la dedico a Dios, a mi papa Daniel Ezequiel Guamán Látasela, mi mama Delia Margarita Castro Peñafiel, mis hermanos Daniel, Fanny, y Wilson Guamán Castro quienes fueron mi fuente de apoyo moral, espiritual y económico para poder concluir con mi estudios superiores.

Francisco Javier Guamán Castro

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por concederme la sabiduría, guiarme por el camino del bien y saber, estar pendiente en cada una de las cosas realizadas, por permitir culminar mi carrera universitaria. A mis padres por darme la vida, el afecto, el cariño que me brindaron en el transcurso de esta etapa, en los momentos de felicidad y tristeza. A mis hermanos un sincero agradecimiento por apoyarme moralmente y un agradecimiento eterno para ti papa, por ser un ejemplo de superación, me acordare de ti toda mi vida.

Francisco Javier Guamán Castro

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I	4
INTRODUCCION.....	4
1.1. Antecedentes (COPYRIGTH NEOINGENIERIA, 2014).....	4
1.2. Obtención de materia prima y proceso de elaboración del cemento	5
1.2.1. Yacimientos.....	5
1.2.2. Explotación.....	5
1.2.3. Transporte.....	6
1.2.4. Trituración.....	6
1.2.5. Pre-homogenización	7
1.2.6. Molienda de Crudo	7
1.2.7. Homogenización	8
1.2.8. Clinkerización y Enfriamiento	8
1.2.9. Molienda de Cemento	9
1.2.10. Pre-molienda de cemento.....	10
1.2.11. Secador de puzolana.....	10
1.2.12. Empaque y Despacho del Cemento	11
1.3. Estudio del problema	11
1.4. Justificación.....	13
1.5. Objetivos	14
1.5.1. Objetivo general.....	14
1.5.2. Objetivos específicos.....	14
2. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO	16
2.1. Marco teórico.....	16
2.1.1. Proceso de producción.	16
2.1.2. Tipos de Procesos de Producción (Roger, 1989).....	16
2.1.3. Proceso Por Proyectos	16
2.1.4. Procesos De Producción Intermitente	17
2.1.5. Proceso Por Lotes.....	17
2.1.6. Proceso en Línea o Serie	17

2.1.7. Procesos Continuos.....	18
2.1.2. Productividad	18
2.1.2.1. Consideraciones Erráticas Sobre Productividad (SEAT S.A., 2006).....	20
2.1.2.2. Factores que conforman la productividad.....	20
2.1.2.3. Razones por las cuales los índices de productividad son útiles (Hamilton, 1977)	21
2.1.2.4. Factores que influyen en la productividad. (Mertens, 2008)	21
2.1.2.5. Medición de la productividad	22
2.1.2.6. Índices de productividad (Fritz, 1986)	22
2.1.2.7. El ciclo de la productividad (Memorias del Simposio de Bienestar Social Laboral.1993)	23
2.1.2.8. Tipos de productividad	23
2.1.3. Herramientas para medir la productividad.....	24
2.1.3.1. Eficiencia:	24
2.1.3.2. Efectividad.....	25
2.1.3.3. Eficacia	25
2.1.3.4. Rendimiento.....	25
2.1.4. Control de la producción.....	26
2.1.4.1. Ventajas del control de la producción (Mlorenzi, 1997).....	26
2.1.4.2. Factores necesarios para lograr que el control de producción tenga éxito.	27
2.1.5. Calidad.....	27
2.1.5.1. Requisitos para lograr la calidad (Pérez, 2002).....	29
2.1.5.2. Principios de la calidad (Gutiérrez, 1995)	29
2.1.5.3. Herramientas de la calidad	30
2.1.6. Diagrama Causa Efecto o Ishikawa (Dale, 1995).....	31
2.1.6.1. Gráficas de Control	32
2.1.6.2. Función de la gráfica de control.....	32
2.2. Marco Metodológico	32
2.2.1. Tipo de investigación	32
2.2.2. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación.	32
2.2.2.1. Métodos.....	32
2.2.2.2. Técnica	33

2.2.2.3. Instrumentos.....	33
2.2.2.4. Población y muestra.....	33
2.2.3. Recolección y procesamiento de datos	34
2.2.3.1. Tabulación.....	34
2.2.3.2. Análisis e interpretación de resultados	34
DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE MOLIENDA, PRE-MOLIENDA Y SECADO.....	35
CAPITULO 3	36
3. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE MOLIENDA, PRE-MOLIENDA Y SECADO.....	36
3.1. Molienda de acabado de material- Área G	36
3.1.1. Almacenaje de Clinker, yeso, puzolana y caliza.	36
3.1.2. Pasada y dosificación de clinker, yeso, puzolana y caliza	36
3.1.3. Molino de acabado (G20).....	37
3.1.4. Bomba Fuller-Kinyon (G47).....	38
3.1.5. Compresores de aire Fuller (G48, G48A, o G48B).....	38
3.1.6. Circuito de molienda del molino de acabado	38
3.2. Descripción Funcional: Pre-molienda (Mole motor S.A., 2013)	39
3.2.1. Equipos del proceso	39
3.2.2. Grupos de arranque	40
3.2.2.1. Dosificación	40
3.2.2.2. Pre-molienda.....	40
3.2.3. Secuencia de arranque.....	40
3.2.3.1. Filtro de mangas FM02 (G248).....	41
3.2.3.2. Banda transportadora de mix BT3 (G245)	41
3.2.4. Apertura al 100% de compuerta CQ1 (G243)	41
3.2.5. Triturador de mix grueso TR1 (G244)	41
3.2.6. Criba vibratoria 2 CV2 (G242)	42
3.2.7. Criba vibratoria 3 CV3 (G242)	42
3.2.8. Alimentador vibratorio AV1 (G241)	42
3.2.9. Elevador de cadena 2 EC2 (G240).....	42
3.2.10. Banda transportadora de mix BTE1	43
3.2.11. Dosificador de placas yeso y caliza DPE2.	43
3.2.12. Dosificador de placas clinker DPE1.	43

3.2.13.	Banda dosificadora puzolana BD2 (G209).....	44
3.2.14.	Secuencia de parada normal.....	44
3.2.15.	Parada por falla de trituradora TR1	45
3.2.16.	Parada por falla de elevador EC2	46
3.2.17.	Alarmas	47
3.2.18.	Tendencias	48
3.3.	Descripción Funcional Secador (Mole motor S.A., 2013)	48
3.3.1.	Equipos del proceso	48
3.3.2.	Grupos de arranque	49
3.3.2.1.	Alimentación	49
3.3.2.2.	Secado	49
3.3.2.3.	Descarga.....	49
3.3.3.	Secuencia de arranque.....	49
3.3.4.	Elevador de cadena EC1 (207)	50
3.3.5.	Banda transportadora BT2 (205)	50
3.3.6.	Filtro de mangas FM1 (206)	50
3.3.7.	Secador de puzolana SP1 (204)	50
3.3.8.	Criba vibratoria CV1 (203).....	51
3.3.9.	Banda transportadora BT1 (202)	51
3.3.10.	Banda dosificadora BD1 (201).....	51
3.3.11.	Secuencia de parada normal.....	52
3.3.12.	Alarmas	52
3.3.13.	Tendencias	53
CAPITULO 4	55
4.	ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE SECADO Y PRE-MOLIENDA.	55
4.1.	Análisis Físicos.....	55
4.1.1.	Determinación de la humedad de la puzolana	55
4.1.2.	Determinación de la granulometría del mix	57
4.2.	Análisis de los consumos de las variables	59
4.2.1.	Residuo Industrial	59
4.2.2.	Energía	60

4.2.3.	Acero	61
4.2.4.	Mantenimiento	62
4.3.	Comparación del Sistema Anterior con el Sistema Actual.....	65
CAPITULO 5	74
5. ANALISIS DE RESULTADOS	74
5.1.	Presentación	74
5.2.	Tabulación de los Datos.	74
5.3.	Análisis de Resultados.....	74
5.4.	Comparación anual del sistema anterior y el sistema actual	75
5.4.2.	Producción en el molino de cemento	75
5.4.3.	Energía utilizada en el molino de cemento.....	76
5.4.4.	Consumo de Kwh/ton en el molino de cemento	76
5.4.6.	Costos de energía en el molino de cemento	77
5.4.7.	Costo en el molino de cemento	78
5.4.8.	Ingreso Total de la empresa.....	78
5.5.	Análisis de las variables que intervienen en el proceso de molienda, secado y pre- molienda	79
5.5.1.	Pre-molienda – Granulometría	79
5.5.2.	Secador - Humedad de la puzolana	80
5.5.4.	Molino de cemento - Consumo de Acero - Cámara II.....	81
5.5.5.	Molino de cemento - Consumo del Acero - Cámara I.....	82
5.5.6.	Molino de cemento – Consumo del Acero – Cámara II	82
5.6.	Conclusiones	83
5.7.	Recomendaciones.....	84
5.8.	Bibliografía.....	85
Anexos.....	87

Índice de gráficos

Gráfico 1. Planta Cementera Guapán. Fuente: Compañía Industrias Guapán	4
Gráfico 2. Cantera de calizas Méndez. Fuente: Compañía Industrias Guapán.	5
Gráfico 3. Explotación de la cantera de calizas Méndez provincia de Morona Santiago. Fuente: Compañía Industrias Guapán.....	5
Gráfico 4. Flota de transporte. Fuente: Compañía Industria Guapán.....	6
Gráfico 5. Triturador. Fuente: Compañía Industria Guapán	6
Gráfico 6. Pre-homogenización. Fuente: Compañía Industria Guapán	7
Gráfico 7. Molienda de crudo. Fuente: Compañía Industria Guapán.	7
Gráfico 8. Clinkerización y enfriamiento. Fuente: Compañía Industria Guapán.	8
Gráfico 9. Molino de cemento. Fuente Compañía Industria Guapán	9
Gráfico 10. Pre- molienda. Fuente: Compañía Industria Guapán	10
Gráfico 11. Secador de puzolana. Fuente Compañía Industria Guapán	10
Gráfico 12. Molino de cemento. Fuente Compañía Industria Guapán	11
Gráfico 13. Diagrama Causa- Efecto. Fuente: Control de la calidad.	31
Gráfico 14. Resultados de la operación en el molino de cemento. Fuente: Autor.....	75
Gráfico 15. Resultados de la producción. Fuente: Autor.	75
Gráfico 16. Resultado del consumo de energía. Fuente: Autor.....	76
Gráfico 17. Resultado del consumo de Kwh/ton. Fuente: Autor	76
Gráfico 18. Resultado de rendimiento del área. Fuente: Autor.	77
Gráfico 19. Resultados de los costos de energía. Fuente: Autor.	77
Gráfico 20. Resultados de los costos anuales. Fuente: Autor.....	78
Gráfico 21. Resultado de los ingresos anuales. Fuente: Autor	78
Gráfico 22. Porcentaje retenidos. Fuente: Autor.....	79
Gráfico 23. Valores totales de la cantidad que pasa y del retenido. Fuente: Autor.....	79
Gráfico 24. Humedad de entrada. Fuente: Autor.....	80
Gráfico 25. Humedad de salida. Fuente: Autor.	80
Gráfico 26. Consumo de acero. Fuente: Autor.	81
Gráfico 27. Consumo de acero. Fuente: Autor.	81
Gráfico 28. Consumo de acero. Fuente: Autor.	82
Gráfico 29. Consumo de acero. Fuente: Autor.	82

Índice de tablas

Tabla 1. Diámetro de las bolas de acero para el primer comportamiento. Fuente: Autor	37
Tabla 2 Diámetro de bolas de acero para el segundo comportamiento. Fuente: Autor	37
Tabla 3. Descripción de los equipos de proceso. Fuente: Mole motor S.A	39
Tabla 4 Grupo de arranque para la Dosificación. Fuente: Mole motor S.A.	40
Tabla 5 Grupo de arranque para la pre-molienda. Fuente: Mole motor S.A.	40
Tabla 6 Descripción de los equipos de proceso. Fuente: Mole motor S.A.	48
Tabla 7 Grupo de arranque para la alimentación. Fuente: Mole motor S.A.	49
Tabla 8. Código del secador de puzolana. Fuente: Mole motor S.A.	49
Tabla 9 Códigos de los equipos de descarga – secador. Fuente: Mole motor S.A.	49
Tabla 10. Secador de puzolana. Fuente: Departamento de producción. Realizado por: Autor ..	57
Tabla 11. Determinación de la granulometría. Fuente: Autor	58
Tabla 12. Cantidad de retenido en los tamices. Fuente: Autor	59
Tabla 13. Porcentaje acumulado en los tamices. Fuente: Autor	59
Tabla 14. Consumo de residuo industrial del secador de puzolana. Fuente: Departamento de producción. Realizado por: Autor	60
Tabla 15. Consumo de energía del área. Fuente: departamento de producción. Realizado por: Autor	61
Tabla 16. Consumo de las bolas de acero. Fuente: Departamento de producción. Realizado por: Autor	62
Tabla 17. Lista de materiales/repuestos utilizados en la pre-molienda. Fuente: Mantenimiento mecánico. Realizado por: Autor	63
Tabla 18. Lista de los materiales/repuestos utilizados en la pre-molienda y el secador. Fuente: mantenimiento eléctrico. Realizado por: Autor	64
Tabla 19. Lista de los materiales/repuestos utilizados en la pre-molienda y el secador. Fuente: Instrumentación. Realizado por: Autor	65
Tabla 20. Resumen del molino de cemento, año 2009. Fuente: Departamento producción.	66
Tabla 21. Costo de energía en el molino de cemento, año 2009. Fuente: Autor	66
Tabla 22. Resumen del molino de cemento, año 2010. Fuente: Departamento producción. Realizado por: Autor	67
Tabla 23. Costo de energía en el molino de cemento, año 2010. Fuente: Autor	67
Tabla 24. Resumen del molino de cemento, año 2011. Fuente: Departamento producción.	68
Tabla 25. Costo de energía en el molino de cemento, año 2011. Fuente: Autor	68
Tabla 26. Resumen del molino de cemento, año 2012. Fuente: Departamento producción.	69
Tabla 27. Costo de energía en el molino de cemento, año 2012. Fuente: Autor	70
Tabla 28. Resumen del molino de cemento, año 2013-2014. Fuente: Departamento producción. Realizado por: Autor	70
Tabla 29. Costo en el molino de cemento, año 2013- 2014. Fuente: Autor	71
Tabla 30. Resumen del molino de cemento (Comparación del sistema actual con el sistema anterior). Fuente: Departamento producción. Realizado por: Autor	71
Tabla 31. Costo en el molino de cemento (Comparación del sistema anterior con el sistema actual). Fuente: Autor	72

Tabla 32. Diferencia de los valores de operación. Fuente: Autor..... 72
Tabla 33. Diferencia de los valores de Costos. Fuente: Autor 72

Índice de anexos

Anexo 1. Plano; se encuentra referenciado en el disco; Carpeta Autocad.....	39
Anexo 2. Plano de la pre-molienda.....	48
Anexo 3. Plano del secador	53
Anexo 4. Consumo específico, presupuesto; se encuentra referenciado en el disco; Carpeta de soporte.....	72

INTRODUCCIÓN

El presente documento evalúa las nuevas variables que deja la implementación del secador y pre-molienda: su impacto en la productividad en el área de molienda de cemento de la Compañía Industrias Guapán. A través de esta investigación se plantea identificar los problemas operacionales de las variables del proceso, realizar una comparación anual de las variables de consumo, obtener una guía de operación de forma que se optimice la producción, se reduzca los consumos y se mantenga la calidad del producto.

Mediante los resultados y conclusiones obtenidos del método analítico aplicado en la investigación en el sistema de Molienda de acabado de cemento de la Planta Guapán que se encuentra ubicada en el Km 1.5 vía a Guapán, Cantón Azogues, Provincia del Cañar, perteneciente a la Unión Cementera Nacional, nos permitirá validar la justificación y la metodología seguida.

Al culminar el proceso de investigación se aporta con soluciones valiosas. Las mismas que deberían conducir a la empresa a tomar decisiones.

El Capítulo 1 presenta antecedentes de la empresa, el proceso de fabricación de cemento, así como el planteamiento del problema que justifica la evaluación de la investigación

El Capítulo 2 presenta aspectos teóricos referentes a la producción, productividad, calidad y la metodología en la que me basare para realizar la evaluación.

El Capítulo 3 presenta la descripción de funcionamiento de la molienda, pre-molienda, y secador.

El Capítulo 4 presenta el análisis de las variables que intervienen en el proceso de pre-molienda y secado tales como: Granulometría, Humedad de la puzolana, consumo de energía, consumo de residuo y finalmente realizamos una comparación anual del sistema actual con el sistema anterior con el propósito de medir la productividad.

El Capítulo 5 presenta el análisis de los resultados de las variables que intervienen en el proceso de pre-molienda, secado y los resultados de la comparación anual del sistema actual con el sistema anterior

CAPITULO I
INTRODUCCION

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. Antecedentes (COPYRIGTH NEOINGENIERIA, 2014)



Gráfico 1. Planta Cementera Guapán. Fuente: Compañía Industrias Guapán

La constitución de la Compañía Industrias Guapán ocurre el 18 de julio de 1955 con un capital social de 25`000.000,00 de Sucres. En un inicio, sus accionistas fueron la Caja de Seguros Social – hoy Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social IEES-, Banco Nacional de Fomento, Centro de Reconversión Económica del Austro y los Consejos Municipales de Azogues, Biblian y Cuenca; en el año 1969 el IEES adquiere las acciones del resto de los accionistas a excepción del Banco Nacional de Fomento. A la fecha, del total de la composición del capital social, el 99,98% le corresponde al IEES y el 0,02% al Banco Nacional de Fomento.

En el año 1962 se inicia la construcción de las instalaciones de la compañía, las actividades productivas arrancan en 1965, con una capacidad de 200 Toneladas Métricas Diarias (TMD), en 1966 se amplía su capacidad a 250 TMD. Frente a la creciente demanda del producto y a los óptimos resultados alcanzados; en el año 1992 con tecnología de la compañía norteamericana Fuller se inicia las actividades productivas de la nueva línea con capacidad de producción de 1.100 TMD.

1.2. Obtención de materia prima y proceso de elaboración del cemento

1.2.1. Yacimientos

Su provisión principal de materia prima se realiza de los depósitos mineralizados de la Cantera de Gretha Piedad (Martinez, 2003)ad, ubicados en el Cantón Santiago de Méndez, Provincia de Morona Santiago a 176 Km de Azogues.



Gráfico 2. Cantera de calizas Méndez. Fuente: Compañía Industrias Guapán.

1.2.2. Explotación

Para los procesos de explotación, se utiliza la Tecnología TecNel y TecS; herramientas que permiten realizar voladuras con un mínimo riesgo de proyecciones, con la menor onda sísmica y de bajo nivel sonoro.



Gráfico 3. Explotación de la cantera de calizas Méndez provincia de Morona Santiago. Fuente: Compañía Industrias Guapán.

1.2.3. Transporte

El transporte de las diversas materias primas se realiza mediante una flota estratégica de transporte y carguío compuesta por excavadoras CAT 330CL, excavadoras CAT 320CL, cargadoras Frontales CAT 966 y camiones de volteo.



Gráfico 4. Flota de transporte. Fuente: Compañía Industria Guapán

1.2.4. Trituración

El proceso industrial se inicia con la reducción del tamaño de la materia prima procedentes desde las canteras, partiendo de rocas con dimensiones de 1000 mm hasta reducir a un 95% de su tamaño, logrando pasar por una malla de 25mm. Mediante un triturador de martillos marca Williams Patent Crusher & Pulv. Co, con una capacidad para procesar, en una sola pasada, hasta 350 Toneladas métricas por hora (TMPH).

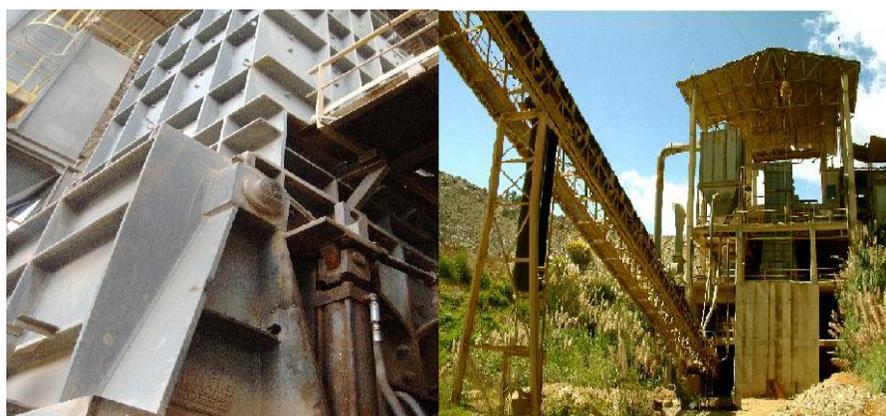


Gráfico 5. Triturador. Fuente: Compañía Industria Guapán

La materia prima entra con una humedad del 12%, el área de producción tiene un funcionamiento de 10 horas diarias durante 5 días a la semana.

1.2.5. Pre-homogenización

Es el área destinada para el almacenamiento del material triturado y la homogeneidad del producto en elaboración durante el apilamiento y la recuperación.

La maquinaria que realiza la pre homogenización está dentro de una bodega circular, marca Pohlig – Heckel - Bleichert, que consta de un apilador con capacidad de 600 TMPH, almacenando el material en tres pilas según el método Chevron y un recuperador con capacidad de alimentación de 200 TMPH.

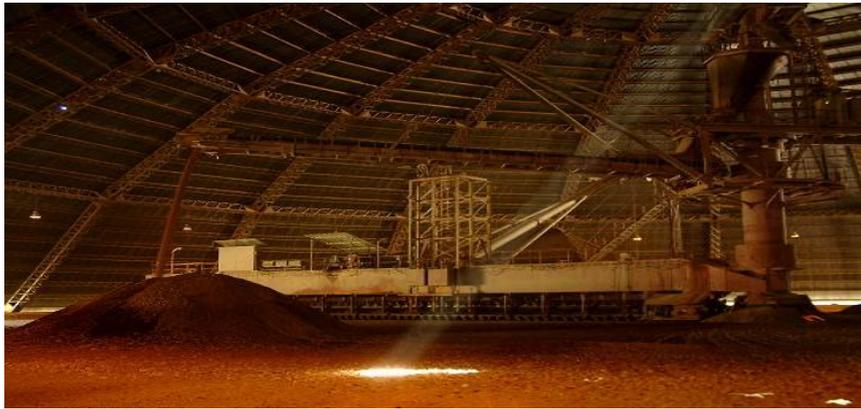


Gráfico 6. Pre-homogenización. Fuente: Compañía Industria Guapán

1.2.6. Molienda de Crudo



Gráfico 7. Molienda de crudo. Fuente: Compañía Industria Guapán.

El objetivo de esta área es el de dosificar y preparar la materia prima de acuerdo a los requerimientos físico-químicos para la elaboración del clinker de cemento.

Se realiza la molienda hasta una finura tal que el retenido en el tamiz de 200 ASTM (75 micras) sea menor al 15 %, con una humedad del producto menor al 0,5 %. El equipo principal es un molino de bolas horizontal, marca Fuller Co con capacidad de 90 TMPH, consta de dos cámaras de molienda y descarga central con cámara de secado a la admisión y un circuito de recirculación de material con separadores de tamaño de partícula tanto estática como dinámica.

1.2.7. Homogenización

El producto de la molienda de crudo es transportado hasta dos silos de homogeneización, que tienen una capacidad de 2340 m³ en total. Tienen la función de realizar la mezcla de la harina cruda para mejorar la homogeneidad del material. Este trabajo se lo realiza mediante la inyección de aire comprimido a impulsos para generar un movimiento interno del polvo. En la parte inferior de los silos de homogenización se ubican los silos de almacenamiento con una capacidad de tratar 4500 m³ y el sistema de dosificación para la alimentación al horno con una capacidad de hasta 100 TMPH.

1.2.8. Clinkerización y Enfriamiento



Gráfico 8. Clinkerización y enfriamiento. Fuente: Compañía Industria Guapán.

Es el área fundamental del proceso de fabricación de cemento; el equipo principal es el horno rotativo, marca FULLER Co. con una capacidad de producción de 1.100 TMPD de clinker para cemento. Tiene un diámetro de 4115 mm y 57,91 metros de longitud,

revestido interiormente con material refractario, el horno se apoya en tres bases con aros y rodillos que permiten el movimiento y es accionado por un motor de 250 HP de velocidad variable. El enfriador repuesto en el año 2008, es un POLYTRACK 5/2,0 W, para reducir la temperatura de 1200°C, a 80°C en la descarga del producto, la temperatura de gases residuales es de 320°C que son enfriados y filtrados en el sistema de purificación de gases residuales con capacidad de 174,500 m³/h.

1.2.9. Molienda de Cemento

La molienda de cemento o acabado es una parte final del proceso de fabricación. En esta área se dosifican y muelen el clinker, yeso y los aditivos del cemento, su equipo principal es el molino de bolas, marca FULLER Co; con un diámetro de 3,66 m y una longitud total de 11,28 m, es de tipo horizontal dividido en dos cámaras: la primera de 3,66 de longitud en la que se realiza la molienda gruesa y la segunda de 7,62 m en la que se realiza la molienda fina.

El molino tiene un diseño con descarga axial; es accionado por un motor eléctrico de 3000 HP, con una garantía de producción de 60 TMPH de cemento con una superficie específica media de 4100 cm²/g (blaines) y un retenido del 3% en el tamiz de 45 micras. La clasificación del producto se realiza mediante un circuito dinámico con un separador de partículas por aire marca F.L.Smith, modelo OSEPA.



Gráfico 9. Molino de cemento. Fuente Compañía Industria Guapán

1.2.10. Pre-molienda de cemento

El equipo principal es un triturador de impacto de eje vertical, con la capacidad de tratar 150 t/h de material reduciendo el tamaño de partícula de 25 mm a 6 mm; el clasificador genera tres productos, el final con tamaño menor a 6 mm, el de recirculación entre 6 – 50 mm que retorna a la línea de trituración y el de rechazo mayor a 50 mm que es enviado a una chancadora para que el material retorne al sistema.



Gráfico 10. Pre- molienda. Fuente: Compañía Industria Guapán

1.2.11. Secador de puzolana.

Tiene el objetivo de reducir la humedad de la puzolana partiendo de hasta el 14% al 4% con un caudal de 30 t/h, en la alimentación existe una criba que separa materiales superiores a 50 mm de diámetro, el secado se realiza mediante la generación de aire caliente quemando crudo reducido de petróleo.



Gráfico 11. Secador de puzolana. Fuente Compañía Industria Guapán

1.2.12. Empaque y Despacho del Cemento

Para la venta de cemento a los consumidores, se dispone de un área totalmente moderna de empaque; la calidad en el peso está certificada por balanzas digitales y controladas mediante sistemas electrónicos con tecnología de punta.

El área está equipada con dos líneas completas de enfundado del cemento con ensacadoras rotativas Haver Boecker con 8 bocas cada una y una capacidad de enfundar 2500 sacos/hora cada máquina. Con servomecanismos automátats que permiten un flujo continuo y estable en la emisión de sacos. Paralelamente para el despacho a granel se dispone de dos sistemas de alimentación para carros cisterna.

El despacho está controlado a la salida del vehículo de transporte por una moderna báscula electrónica de 80 toneladas de capacidad y certificada por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.



Gráfico 12. Molino de cemento. Fuente Compañía Industria Guapán

1.3. Estudio del problema

La Compañía cementera en la cual se desarrollará este trabajo de tesis tiene cincuenta y cinco años de posicionamiento en el mercado de la región sur del Ecuador. Se encuentra ubicada en el Km 1.5 vía a Guapán, Cantón Azogues, provincia del Cañar. En Guapán se trabaja para satisfacer las exigencias de los clientes, la comunidad y el recurso humano.

El cemento es un conglomerante para la elaboración de hormigones en sus diferentes variedades, es utilizado en la construcción de obras civiles de grandes dimensiones y sometidas a las más intensas solicitaciones; tales como viviendas, edificios, puentes, torres y autopistas.

La molienda de cemento o acabado es una parte final del proceso de fabricación. En esta área se dosifican y muelen el clinker, yeso y puzolana, su equipo principal es el molino de bolas, marca FULLER Co; con un diámetro de 3,66 m y una longitud total de 11,28 m, es de tipo horizontal dividido en dos cámaras: la primera de 3,66 de longitud en la que se realiza la molienda gruesa y la segunda de 7,62 m en la que se realiza la molienda fina. En el proceso anterior Guapán tenía restricciones que limitaban su óptimo funcionamiento, entre ellas se puede mencionar: la eliminación del 10% de agua adherida a la puzolana, humedad que producía obstrucciones en las grillas de los diafragmas de las cámaras de molienda, la reducción en el tamaño de la partícula que ingresa al molino, permitirá incrementar el nivel de producción con la consecuente reducción del consumo específico en el molino de bolas; estas limitaciones y la necesidad de incrementar la cuota de participación en el mercado, conservar el nicho de mercado cautivo, aprovechar eficientemente los recursos, reducir el consumo energético y las emisiones de CO₂, crearon las condiciones para que la empresa emprenda el proceso de implementación del secador de puzolana y pre-molienda.

Luego de la implementación existen nuevas variables que intervienen en el proceso y este es el nuevo consumo de energía eléctrica para la trituración de los ingredientes del cemento, el consumo de combustible; variables que deben ser analizadas, evaluadas y que determinarán la bondad del proyecto.

En atención a lo antes planteado surge la siguiente interrogante:

¿Es necesario realizar una evaluación de operación del secador de puzolana y pre-molienda? Si es necesario.

A través de la evaluación de los indicadores de operación del secador y pre-molienda de cemento la empresa obtendrá información para: Identificar los problemas operacionales del proceso, determinar los valores óptimos de las variables del proceso,

obtener una guía de operación para solventar las interferencias en el proceso de tal manera que se optimice la producción, estabilizar el proceso, y para comparar con los requerimientos del secador; reducir la humedad de la puzolana partiendo de hasta el 14% al 4% con un caudal de 30 t/h, el secado se realiza mediante la generación de aire caliente quemando crudo reducido de petróleo. De la pre-molienda; reducir el tamaño de la partícula de 25 mm a 6 mm a través de un triturador de impacto de eje vertical.

Para la elaboración del estudio se utilizará una serie de técnicas y herramientas como el diagrama de operaciones del proceso, entrevistas estructuradas, el análisis de los registros de operación antes y luego de la implementación de los dos sistemas nuevos y observación directa para analizar de manera integral las diferentes variables del sistema.

1.4. Justificación

- Analizando la capacidad de producción y los recursos utilizados para cubrir la demanda de producción, se puede inferir el efecto económico que ella tiene sobre la organización, por su puesto es indispensable mantener la calidad del producto buscando la satisfacción de mercados más exigentes.
- Para la implementación del trabajo de investigación se pueden citar las principales razones que justifican la necesidad:
- El incremento de producción en el área de molienda es visible, pero no se han determinado las condiciones actuales de operación, no se han determinado las incidencias de las variables del proceso y se requiere determinar las mejores condiciones para optimizar la operación del molino de cemento.
- El incremento de utilización de puzolana es efectivo, pero no se han analizado las condiciones y su influencia en las características del cemento.
- Uno de los objetivos del proyecto fue reducir el consumo de energía, pero no se ha determinado el valor real, con las condiciones de operación de forma que se establezca un punto de equilibrio, de forma que sirva de referencia para que la administración coloque metas a Comercialización.

- Es necesario que se analice el consumo del acero tanto de los cuerpos molidores (bolas de acero), como de las placas de blindaje del molino de cemento.
- Con el resultado de los estudios anteriores se procederá a valorar para determinar la recuperación de la inversión.
- El trabajo de tesis servirá a la Gerencia de Producción para la toma de decisiones de mejora.
- Además en la ejecución de este tema se aplicara conceptos de las metodologías de operación, proyectos industriales, finanzas a corto y largo plazo, producción I, producción II, Ingeniería de métodos, química, eléctricas y térmicas etc...
- Una de las razones por el cual se plantea la ejecución de este tema, es la visión de rentabilidad que ofrece la molienda del cemento.
- La aplicación de las conclusiones del estudio permitirá a Industrias Guapán ser más competitivos en el mercado Nacional.
- Controlar la producción.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar la operación del secador de puzolana y pre-molienda; su impacto en la productividad en el área de molienda de cemento de Compañía Industrias Guapán.

1.5.2. Objetivos específicos

- Describir los sustentos teóricos necesarios para llevar a cabo la evaluación del secador y pre-molienda.
- Explicar de forma detallada y ordenada el proceso de funcionamiento de los sistemas de molienda, pre-molienda y secador.
- Identificar los problemas operacionales de las variables del proceso, que actúan como interferencias.
- Obtener una guía de operación para solventar la mayoría de interferencias en el proceso de forma que se optimice la producción, se reduzca los consumos y se mantenga la calidad del producto.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

2.1. Marco teórico

2.1.1. Proceso de producción.

Según (Ragnar, 1963). Todo proceso de producción es un sistema de acciones dinámicamente interrelacionadas orientado a la transformación de ciertos elementos “entradas”, denominados factores, en ciertos elementos “salidas”, denominados productos, con el objetivo primario de incrementar su valor éste concepto referido a la capacidad para satisfacer las necesidades.

Todo proceso productivo es un sistema formado por recurso humano y procedimientos de trabajo. El proceso genera una salida, que es el producto que se quiere fabricar en nuestro caso el cemento.

Nuestro objetivo en este trabajo es conceptualizar algunas de la actividades que en este caso se enfocan a la Ingeniería Industrial, debido a que sabemos que hoy día no es competitivo quien no cumple con: calidad, producción, eficiencia, innovación, y tecnología.

2.1.2. Tipos de Procesos de Producción (Roger, 1989)

Los administradores de las empresas, tienen a su disposición cinco procesos que le ayudarán a delinear una operación de la mejor manera de acuerdo a sus estrategias de transformación, entre los cuales tenemos:

- De proyecto
- De producción intermitente
- Por lote o partida
- En línea
- Continuos.

2.1.3. Proceso Por Proyectos

Se usan para producir un producto único tales como: una lancha, construcción de un centro comercial y en el desarrollo de una campaña política. Por lo general, “cada

unidad de estos productos se elabora como un solo artículo. Son procesos largos y complejos.

En este caso todo se realiza en un lugar específico y no se puede hablar de un flujo del producto. Se debe enfocar en la planeación, secuencia y control de las tareas individuales.

2.1.4. Procesos De Producción Intermitente

Por lo general es llevada cabo en talleres y se caracteriza por actividades de corta duración, bajo volumen y producto a medida. El equipo y la mano de obra se organizan en centros de trabajo por tipos similares de habilidades. El costo total de mano de obra especializado es relativamente alto; en consecuencia los costos de producción son más altos a los de un sistema continuo.

Las instalaciones de transporte entre las operaciones deben ser también flexibles para acomodarse a una gran variedad de características de los insumos y a la gran diversidad de rutas que pueden requerir estos.

Algunos ejemplos: Atención médica, Manejo de correo, La fabricación de gabinetes personalizados.

2.1.5. Proceso Por Lotes

La producción por lotes o producción discontinua es una técnica, o forma de fabricación que crea un componente determinado antes de continuar con el siguiente paso en el proceso de producción. Cada lote llega a un centro de trabajo para una operación y cuando se completa se traslada al siguiente centro.

Los ejemplos de este tipo de proceso incluyen:

La producción por lotes es común en panaderías, en la fabricación de calzado deportivo, en la industria farmacéutica, en tintas, pinturas y en pegamentos.

2.1.6. Proceso en Línea o Serie

Se caracterizan por una secuencia lineal de las operaciones necesarias para producir el producto o servicio. La producción en línea o serie es una disposición de los lugares

de trabajo en la que las operaciones que van sucediendo están localizadas en continuidad inmediata una de otra en la que el material circula continuamente y a una velocidad uniforme por una serie de operaciones balanceadas; avanzando las piezas trabajadas a lo largo de un camino razonable directo hasta su terminación.

Los ejemplos de este tipo de proceso incluyen:

Las embotelladoras de gaseosas, es una fabrica de coches que quiere sacar un nuevo modelo y para eso necesita el diseño exterior, el interior, las pruebas, las maquetas, la producción de las piezas, compra externa de componentes, ensamble.

2.1.7. Procesos Continuos

Son el resultado final o extrema de la producción estandarizada, de alto volumen y con flujos de línea rígidos. Los materiales se desplazan en el curso del proceso, Son de frecuencia intensiva tanto en capital y procesos de producción, no se interrumpe las veinte y cuatro horas del día, esto permite maximizar la utilización de equipos y evitar costosos paros y arranques de los mismos. La maquinaria y equipo están diseñados para realizar siempre la misma operación; así como para receptor automáticamente el proceso anterior de la cadena de producción.

Indicando que la elaboración del cemento se encuentra dentro del proceso continuo, la maquinaria y el equipo están diseñados para realizar siempre la misma operación y las paradas son muy costosas (hornos).

2.1.2. Productividad

Existen diferentes definiciones en torno a este concepto ya que se ha transformado con el tiempo. Según (Martinez, 2003)“La productividad es un indicador que refleja que tan perfecto se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, denotando además la eficiencia con la cual los recursos humanos, capital, conocimientos, energía. Son usados para producir bienes y servicios en el mercado.”

En las empresas que miden su productividad, la fórmula que se utiliza.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Insumos empleados}}$$

Ecuación 1. Medición de la productividad. Fuente: El concepto de la productividad en el análisis económico.

Este modelo se aplica muy bien a una empresa manufacturera, taller o que fabrique un conjunto homogéneo de productos.

Según (Toro, 1990). “La productividad desde el punto de vista económico se define como la proporción existente entre los resultados obtenidos (productos o servicios) y los recursos aplicados a su obtención así”.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Efectividad}}{\text{Eficiencia}}$$

Ecuación 2. Medición de la productividad. Fuente: desempeño y productividad.

Según (Silíceo, 1995). “La productividad de forma semántica es un término oscuro que se ha traducido de diferentes formas. En Japón se denomina “carácter de producción”, en China “poder de producción” y en Tailandia incremento de resultados.”

Otros autores definen la productividad como:

Según La productividad se puede considerar como una medida global de la forma como las organizaciones satisfacen los siguientes criterios:

- Objetivos: Meta alcanzada.
- Eficiencia: Optimización de los recursos para crear un producto.
- Eficacia: Resultado logrado en comparación con el resultado posible.
- Comparabilidad: Forma de registro del desempeño de la productividad a lo largo del tiempo.

Según (Memorias del Simposio de Bienestar Social Laboral, 1993). La productividad es la capacidad de lograr objetivos y de generar respuestas de máxima calidad con el menor esfuerzo humano, físico y financiero, en beneficio de todos, al permitir a las personas desarrollar su potencial y obtener a cambio un mejor nivel en su calidad de vida.”

Según (Clad, 1991). “La productividad es una expresión de la fuerza productiva y da cuenta del momento cualitativo del proceso de producción. La fuerza productiva expresa la capacidad de producción, mientras que la productividad expresa la calidad.”

Según (Roger, 1989) “Es la relación que existe entre los insumos y los productos de un sistema, es conveniente medir esta relación como el cociente de la producción entre los insumos. Mayor producción, mismos insumos, la productividad mejora o también se tiene que aun menor número de insumos para misma producción, productividad mejora.”

El único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad es aumentando su productividad. Y el instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la optimización de recursos. Se debe comprender que todos los aspectos de un negocio o industria, ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración, son áreas fructíferas para la optimización de recursos.

2.1.2.1. Consideraciones Erráticas Sobre Productividad (SEAT S.A., 2006)

La esencia para mejorar la productividad no es el trabajo físico sino inteligente. Si la productividad es asociada con el mayor o menor esfuerzo del trabajador, se presta a equívocos porque se asocia con mayor trabajo.

La productividad no solamente se aplica a la producción, también se relaciona con cualquier otro tipo de organización, se incluyen los servicios y la información.

Para que se presente un incremento en la productividad es necesario que haya eficiencia en el menor tiempo posible, por lo tanto no se trata de trabajar mayor o menor tiempo.

2.1.2.2. Factores que conforman la productividad

Según (Núñez, 2007). “El concepto de productividad ha evolucionado a través del tiempo y en la actualidad son diversas las definiciones que se ofrecen sobre la misma, así mismo de los factores que la conforman, sin embargo hay ciertos elementos que se identifican como constantes, estos son: la producción, el hombre y el dinero”.

La producción, porque en definitiva a través de esta se procura interpretar la efectividad y eficiencia de un determinado proceso de trabajo en lograr productos o servicios que satisfagan las necesidades de la sociedad, en el que necesariamente intervienen siempre los medios de producción, los cuales están constituidos por los más diversos objetos de trabajo que deben ser transformados y los medios de trabajo que deben ser accionados. El hombre, porque es quien pone aquellos objetos y medios de trabajo en relación directa para dar lugar al proceso de trabajo; y el dinero, ya que es un medio que permite justipreciar el esfuerzo realizado por el hombre y su organización en relación con la producción y sus productos o servicios y su impacto en el entorno.

2.1.2.3. Razones por las cuales los índices de productividad son útiles (Hamilton, 1977)

Los índices de productividad se pueden usar para comparar la productividad del negocio con la de la competencia, esto es, para saber si se está llevando a cabo una adecuada administración de los recursos con respecto a la competencia.

Los índices de productividad permiten al administrador controlar el desempeño de la empresa, en particular, para detectar algún cambio en la productividad de la empresa.

Los índices de productividad pueden usarse para comparar los beneficios relativos que pueden obtenerse con algún cambio en la utilización de los factores de producción, también para propósitos administrativos internos como por ejemplo: la negociación con el personal.

2.1.2.4. Factores que influyen en la productividad. (Mertens, 2008)

Además de la relación de cantidad producida por recursos utilizados, en la obtención entran a juego otros aspectos muy importantes como:

- La calidad del producto y del proceso se refiere a que un producto se debe fabricar con la mejor calidad posible sin re-procesos. salida
- Productividad = Salida / Entradas. Es la relación de eficiencia del sistema, ya sea de la mano de obra o de los materiales.
- Entradas: mano de obra, materia prima, maquinaria, energía, capital, capacidad técnica y combustible

- Salidas: Producto (Cemento).

2.1.2.5. Medición de la productividad

Medición es la obtención y registro de datos bajo circunstancias tipo:

- Utilidad.- importante en la toma de decisiones
- Precisión.- refleja fielmente la magnitud del hecho que se quiere analizar.
Fuente de información
- Oportunidad.- toma de decisiones antes que se produzca la anormalidad indeseada.
- Confiabilidad.- no es un acto que se haga una sola vez, debemos revisar periódicamente todo el sistema de medición.
- Economía.- proporcionalidad que debe existir entre los costos incurridos en la medición.

2.1.2.6. Índices de productividad (Fritz, 1986)

Con el fin de medir el progreso de la productividad, generalmente se emplea el índice, como punto de comparación. Estándar

$$\text{Productividad} = 100 \cdot \frac{\text{P observada}}{\text{Estándar de Productividad}}$$

Ecuación 3. Índice de productividad. Fuente: Productividad del personal.

La productividad observada es la medida durante un periodo definido: día, semana, mes, año; en un sistema taller, empresa, departamento, mano de obra, energía, país. El estándar de productividad es la base o anterior que sirve de referencia.

Si la producción crece para un mismo nivel de consumo, indicando que la empresa es más productiva es decir, administra mejor sus recursos. Un índice de productividad puede utilizarse para comparar el nivel de eficiencia de la empresa.

Cuando un administrador sospecha que su empresa no es productiva su índice de producción total es bajo, la acción inmediata será investigar por qué su empresa no es productiva; para este efecto se puede considerar los índices de productividad parciales con ellos podrá investigar por ejemplo, si está consumiendo mucha materia prima, si

acaso hay fuentes de desperdicio o también podemos considerar los índices de productividad parciales con la finalidad de tener una empresa con muchos beneficios y ganancias.

2.1.2.7. El ciclo de la productividad (Memorias del Simposio de Bienestar Social Laboral.1993)

El ciclo de la productividad está conformado por las actividades de medición, evaluación, planeación y mejora de la productividad.

1.- Medición de la productividad.-cuando se inicia un programa de productividad debe comenzar a medirse.

2.- Evaluación de la productividad:

Una vez medidos los niveles productivos tienen que evaluar y comparar con los valores planeados.

3.- Planeación de la productividad:

Se proyectaran las metas a corto ó largo plazo.

4.- Mejoramiento de la productividad:

Para que las metas se logren se llevaran a cabo mejoras continuas.

El ciclo de la productividad nos muestra el mejoramiento del mismo. Un programa de productividad no es proyecto de una sola vez, es un programa constante y continuo.

2.1.2.8. Tipos de productividad

La productividad se puede englobar en tres etapas básicas.

- Productividad Parcial

Es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de insumo.

- Productividad Total

Es la razón entre la producción total y la suma de todos los factores.

Productividad Energía: Producción / Insumo Energía.

2.1.3. Herramientas para medir la productividad

2.1.3.1. Eficiencia:

Según (Hill, 2004). “La palabra eficiencia proviene del latín *efficientia* que en español quiere decir: acción, fuerza, producción. Es la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. Significa utilización correcta de los recursos”

Según (Heinz, 2004). “La eficiencia es el logro de las metas con la menor cantidad de recursos”.

Según (Pearson, 2005). “La eficiencia consiste en obtener los mayores resultados con la mínima inversión”.

Según (Oliveria Da Silva, 2002)

La eficiencia se enfoca en cómo se hacen las cosas, de qué modo se ejecutan. La eficacia en: para qué se hacen las cosas, cuáles son los resultados que se va obtener, qué objetivos se logran. La pregunta básica de la eficiencia es ¿Cómo podemos desarrollar mejor lo que estamos haciendo? La de la eficacia es: ¿Qué es lo que deberíamos estar haciendo?

Centrarnos en la eficiencia puede conducirnos a reducir costos a toda costa. Basta con recorrer todo el proceso de la empresa y determinar dónde debemos rebajar los costos. Trabajar por la eficacia es más difícil, hay que pensar en lo que sucede afuera, en cómo generar valor para los clientes, y con esto, para la propia empresa. De lo que se trata es de tener claro a qué debemos darle prioridad es a que se debe hacer antes de ocuparse de como hacemos en conclusión el éxito depende de:

$$\text{Éxito} = \text{Eficiencia} + \text{Eficacia} + \text{Innovación y Cambio}$$

¿Qué es una relación de eficiencia?

En general una relación de eficiencia es una vinculación entre los objetivos obtenidos con los medios empleados.

En particular en economía de la producción las relaciones de eficiencia son coeficientes técnicos que relacionan cantidades de producto y cantidades de factores relativas a un proceso de producción dado.

Los modos habituales de expresar una relación de eficiencia son;

Tipo 1. Cantidades de Factor por Unidad de tonelada (por ejemplo, 68 ton /hora anual).

2.1.3.2. Efectividad

Según (Covey, 1989). “La palabra efectividad adquiere su origen del verbo latino *efficere*, que quiere decir ejecutar, llevar a cabo u obtener como resultado. Cuando un individuo practica la efectividad en su trabajo, su tiempo rinde mucho más y sus niveles de bienestar aumentan.”

Según (Z, 2004). “Cuando se habla de efectividad, se está haciendo referencia a la capacidad o habilidad que puede demostrar una persona, un animal, una máquina, un dispositivo o cualquier elemento para obtener determinado resultado a partir de una acción”

2.1.3.3. Eficacia

Según (Z, 2004) “La palabra eficiencia proviene del latín *efficacia*, capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera desarrollando lo necesario”.

Según (Koontz, 2004) “La eficacia es el cumplimiento de objetivos.”

Según (Oliveria Da Silva, 2002) “La eficacia está relacionada con el logro de los objetivos propuestos, es decir con la realización de actividades que permitan alcanzar las metas establecidas.

Según (Andrade, 2005) “Es la manifestación administrativa de la eficiencia, por lo cual también se conoce como eficiencia directiva.”

2.1.3.4. Rendimiento

Provecho y utilidad de un ente, cosa en relación con lo que se gasta, con la inversión de la organización de un proyecto.

El concepto del rendimiento esta vinculado directamente al de eficiencia o al de efectividad

$$\text{Rendimiento} = \text{Producción} / (\text{Horas} - \text{molino})$$

Ecuación 4. Medición de Rendimiento. Fuente: departamento de producción.

2.1.4. Control de la producción

Podemos definir el control de producción, como: Según (García, 2001) “la toma de decisiones y acciones que son necesarias para corregir el desarrollo de un proceso, de modo que se apegue al plan trazado”.

Según (Chavenatto). “Es la función de manejar y regular el movimiento metódico de los materiales durante todo el ciclo de elaboración, partiendo desde la requisición de las materias primas, hasta la entrega del producto terminado, por medio de la transmisión de instrucciones a los empleados, dependiendo del tipo de plan con el se lleve a cabo en las instalaciones”.

El control de la producción tiene que establecer medios para una continua evaluación de ciertos factores: la demanda del cliente, la situación de capital, la capacidad productiva, Esta evaluación deberá tomar en cuenta no solo el estado actual de estos factores sino que deberá también proyectarlo hacia el futuro.

2.1.4.1. Ventajas del control de la producción (Mlorenzi, 1997)

El control de la producción trae algunas ventajas como son:

- Organización en la producción
- Se controla el consumo de materias primas
- Se controla en tiempo trabajado por operario
- Se verifican las cantidades producidas.
- Funciones del control de producción.
- Pronosticar la demanda del producto, indicando la cantidad en función del tiempo.
- Comprobar la demanda real, compararla con la planteada y corregir los planes si fuere necesario.

- Establecer volúmenes económicos de partidas de los artículos que se han de comprar o fabricar.
- Determinar las necesidades de producción y los niveles de existencias en determinados puntos de la dimensión del tiempo.
- Comprobar los niveles de existencias, comparándolas con los que se han previsto y revisar los planes de producción si fuere necesario.
- Elaborar programas detallados de producción.
- Planear la distribución de productos.

Preguntas básicas para el control de la producción:

- ¿Qué es lo que se va a hacer?
- ¿Quién va hacerlo?
- ¿Cómo?, ¿Dónde?, y ¿Cuándo se va a cumplir?

2.1.4.2. Factores necesarios para lograr que el control de producción tenga éxito.

Factores de producción: hay de 3 tipos:

- Creativos: son los factores propios de la ingeniería de diseño y permiten configurar los procesos de producción.
- Directivos: se centran en la gestión del proceso productivo y pretenden garantizar el buen funcionamiento del sistema.
- Elementales: son los inputs necesarios para obtener el producto (output). Estos son los materiales, energía.

2.1.5. Calidad

Según (Deming, 1989). “La calidad es satisfacer las necesidades de los clientes, esto trae como consecuencia que surja en las organizaciones la importancia de tener calidad en todas ellas”.

Según (Juran, 1990). “Calidad es traducir las necesidades futuras de los usuarios en características medibles, solo así un producto puede ser diseñado y fabricado para dar

satisfacción a un precio que el cliente pagará; la calidad puede estar definida solamente en términos del agente”.

Según (Kaoru, 1986). “La calidad consiste en aquellas características de producto que se basan en las necesidades del cliente y que por eso brindan satisfacción del producto”.

Según (Crosby, 1988). “Calidad es calidad del trabajo, calidad del servicio, calidad de la información, calidad de proceso, calidad de la gente, calidad del sistema, calidad de la compañía, calidad de objetivos.”

Según (Colunga, 1995). “Calidad es conformidad con los requerimientos. Los requerimientos tienen que estar claramente establecidos para que no haya malentendidos; las mediciones deben ser tomadas continuamente para determinar conformidad con esos requerimientos; la no conformidad detectada es una ausencia de calidad.”

De acuerdo a lo revisado, podemos decir que calidad es:

Cumplir con los requerimientos, especificaciones que necesita el cliente para satisfacer sus necesidades con un mínimo de errores y defectos.

Los propósitos de la calidad pueden ser vistos desde diferentes puntos de vista. Por una parte se busca la satisfacción del cliente para diferentes fines, por otra parte puede ser el lograr la máxima productividad por parte de los miembros de la empresa que genere mayores utilidades, también puede ser parte de un requisito para permanecer en el mercado aunque no se esté plenamente convencido de los alcances de la calidad.

Sin embargo, el objetivo fundamental por la cual existe la calidad, es el cumplimiento de las expectativas y necesidades de los clientes. Lo establece de la siguiente manera; calidad es satisfacer al cliente. ¿Cómo? Cumpliendo con los requerimientos y prestando un buen servicio. ¿Hasta dónde? Hasta donde la acción tomada ayude a la permanencia de la empresa en el mercado.

2.1.5.1. Requisitos para lograr la calidad (Pérez, 2002)

Los administradores manifiestan que en una organización encaminada hacia la calidad, se deben tomar en cuenta los siguientes requisitos para lograrla:

- Se debe ser constante en el propósito de mejorar el servicio y el producto
- Al estar en una nueva era económica, estamos obligados a ser más competentes
- El servicio o producto desde su inicio debe hacerse con calidad
- El precio de los productos debe estar en relación con la calidad de los mismos
- Se debe mejorar constantemente el sistema de producción y de servicio, para mejorar la calidad y la productividad para abatir así los costos
- Hay que establecer métodos modernos de capacitación y entrenamiento
- Se debe procurar administrar con una gran dosis de liderazgo, a fin de ayudar al personal a mejorar su propio desempeño
- Se debe crear un ambiente que propicie la seguridad en el desempeño personal
- Deben eliminarse las barreras interdepartamentales
- A los trabajadores en lugar de metas numéricas se les debe trazar una ruta a seguir para mejorar la calidad y la productividad
- El trabajador debe sentirse orgulloso del trabajo que realiza
- Se debe impulsar la educación de todo el personal y su autodesarrollo
- Se deben establecer todas las acciones necesarias para transformar la empresa hacia un fin de calidad.

2.1.5.2. Principios de la calidad (Gutiérrez, 1995)

- Hacer bien las cosas desde la primera vez
- Satisfacer las necesidades del cliente
- Buscar soluciones y no estar justificando errores
- Tener buen trato con los demás
- Ser oportuno en el cumplimiento de las tareas
- Puntualidad
- Colaborar con amabilidad con sus compañeros de equipo de trabajo
- Aprender a reconocer nuestros errores y procurar enmendarlos

- No ser egoísta
- Ser ordenado y organizado con las herramientas y equipo de trabajo
- Ser responsable y generar confianza en los demás
- Simplificar lo complicado, desburocratizando procesos

Todo lo anterior nos lleva a un producto con calidad y a tener una mayor salida de la mercadería que es lo que mas se anhela en una empresa.

2.1.5.3. Herramientas de la calidad

Según (Besterfield, 1995). “Las herramientas básicas de calidad es una denominación dada a un conjunto fijo de técnicas gráficas identificadas como las más útiles en la solución de problemas relacionados con la calidad. Se llaman básicas porque son adecuadas para personas con poca formación en materia de estadísticas, también pueden ser utilizados para resolver la gran mayoría de las cuestiones relacionadas con la calidad.

Las herramientas básicas son: Diagrama de Ishikawa, también conocido "espina de pescado" o "diagrama de causa-efecto", hoja de verificación o comprobación, gráfico de control, histograma, diagrama de Pareto, diagrama de dispersión y el muestreo estratificado.

Las herramientas básicas están en contraste con los métodos más avanzados de estadística, tales como muestras de encuestas, muestreos de aceptación, pruebas de hipótesis, diseño de experimentos, análisis multivariados, y los distintos métodos desarrollados en el campo de la Investigación de operaciones.

En esta parte de mi trabajo de investigación presentaré las herramientas diagramas de causa efecto y graficas de control; las cuales son fundamentales para la disminución de defectos y estudio del comportamiento de los procesos. Las herramientas no son una metodología de solucionar los problemas, más bien son instrumentos de análisis. Las herramientas son fáciles de usar y no se necesita matemática avanzada, por lo cual cualquier persona dentro de la empresa será capaz de utilizarla, y gracias al análisis en un marco de mejora continua, dar solución a los problemas.

2.1.6. Diagrama Causa Efecto o Ishikawa (Dale, 1995)

Los diagramas de causa y efecto son dibujos que constan de líneas y símbolos que representan determinada relación entre un efecto y sus causas. Su creador fue el doctor Kaoru Ishikawa en 1943 y también se le conoce como diagrama de Ishikawa.

Estos sirven para determinar qué efectos son negativos, y de esta manera corregir las causas, normalmente para cada efecto existen varias causas que puede producirlo. En general se dividen las causas en, método de trabajo, materiales, mano de obra, mediciones y entorno, pero no quiere decir que el diagrama siempre deba tener estas causas.

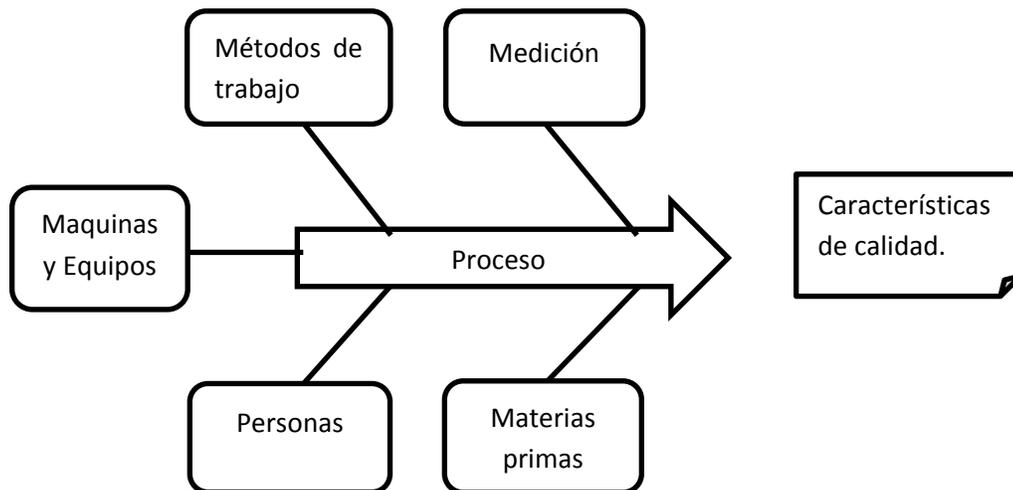


Gráfico 13. Diagrama Causa- Efecto. Fuente: Control de la calidad.

La forma del diagrama es representada por un esqueleto de pescado, aquí se representan las causas principales en cada espina y las causas menores en sub-espinas.

Para poder construir un diagrama de Causa - Efecto, el grupo de analistas debe identificar el efecto que se va a estudiar, después el líder ira escribiendo las causa principales que causan el efecto, después de conversar con el grupo de analistas.

Para la determinación de las causa menores se establecerá un debate con los integrantes del grupo.

2.1.6.1. Gráficas de Control

Es aquella gráfica con una línea central que muestra el promedio de los datos producidos. Tiene límites de control superiores e inferiores basados en cálculos estadísticos.

Con frecuencia, el análisis del desempeño de un proceso comienza con la elaboración de un histograma y el cálculo de rangos, promedios y desviaciones estándar. La única desventaja de este tipo de análisis es que no muestra el desempeño del proceso.

2.1.6.2. Función de la gráfica de control

Las gráficas de control tienen dos funciones básicas:

- Proporcionar una base económica para tomar una decisión. La información de una gráfica de control sirve para determinar la capacidad de un proceso.
- Ayudan a identificar problemas en el proceso.
- La gráfica de control se puede utilizar para localizar e investigar las causas de la calidad inaceptable. Los gráficos de control mejoran el análisis de un proceso al mostrar cómo se está desempeñando.

2.2. Marco Metodológico

2.2.1. Tipo de investigación

La investigación que se efectuó es de tipo descriptiva, apoyada en la investigación documental, debido a que primero se planteó el problema; posterior a ello se recolectó la información y de esta manera se consiguió una referencia para adaptar la teoría a la investigación planteada.

2.2.2. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación.

2.2.2.1. Métodos

El método utilizado es el analítico, porque se acopla al tipo de investigación.

El Método de Inducción me permitió conocer la situación actual de la empresa.

Otros Métodos: Talleres de trabajo para recoger información.

2.2.2.2. Técnica

Para la ejecución de la investigación decidimos utilizar las siguientes técnicas:

La observación directa y la entrevista, la misma que se ejecuto de forma personal al gerente de producción, calidad, jefe de producción, proyectos, supervisores de producción y colaboradores.

Se refiere a una entrevista de los principales consumos de las variables, energía, residuo industrial, mantenimiento, carga molturante, conceptos teóricos, técnicas, fundamentos, entre otros aspectos importantes de los cuales se tengan registro, a través de medios impresos o digitales, todos estos relacionados con el tema de la investigación o temas de interés para el desarrollo del mismo.

La observación directa es una de las técnicas más utilizada y se encargo de llegar al sitio de estudio para recoger datos, muestras. Para la realización de este trabajo de grado se utilizó la observación directa como herramienta fundamental para la evaluación al realizar el análisis, valoraciones e inspecciones, las mediciones en la aérea descritas anteriormente, siendo esta técnica la más utilizada durante el período de análisis y valoración

2.2.2.3. Instrumentos

El instrumento de recolección de información que se utilizó en la investigación fue una entrevista.

2.2.2.4. Población y muestra

Para el desarrollo de la tesis de grado la población estuvo formado por los colaboradores de la área producción, área de calidad, comercialización, mantenimiento mecánico, mantenimiento eléctrico y instrumentación de la empresa “INDUSTRIAS GUAPAN”. Durante la realización de este trabajo se realizará una evaluación del área motivo del presente estudio, por tanto la muestra resulta igual a la población, ya que las instalaciones serán evaluadas totalmente.

2.2.3. Recolección y procesamiento de datos

2.2.3.1. Tabulación

Los datos son presentados en forma tabular, posteriormente se graficaron los resultados para fines de análisis.

2.2.3.2. Análisis e interpretación de resultados

Una vez recopilada y tabulada la información se procede al análisis, cumpliendo con los objetivos de la investigación.

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE MOLIENDA, PRE-MOLIENDA Y SECADO.

CAPITULO 3

3. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE MOLIENDA, PRE-MOLIENDA Y SECADO.

3.1. Molienda de acabado de material- Área G

En la operación de molienda de acabado, se dosifica el Clinker (70 %) con un porcentaje de yeso (3,5% máximo), puzolana (23%) y caliza (3 % máximo) y se muele hasta que sea cemento acabado. Este sistema es diseñado para operar en aproximadamente 72 toneladas métricas por hora, 24 horas al día, seis días a la semana.

3.1.1. Almacenaje de Clinker, yeso, puzolana y caliza.

Clinker, yeso, caliza y puzolana son almacenados en las tolvas existentes de almacenaje. Se usa el puente grúa para depositar estos materiales en sus respectivas tolvas alimentadoras de molino; clinker (G1) (200 TM), puzolana (G5) (100 TM), yeso (G9) (100 TM) y caliza (G200) (100 TM).

3.1.2. Pasada y dosificación de clinker, yeso, puzolana y caliza

La proporción de clinker, yeso, puzolana y caliza queda determinada por el inspector de Calidad del turno. Se ajusta la proporción deseada en el controlador para básculas dosificadoras de las tolvas seleccionadas (G3 para clinker, G209 para puzolana, G11 para yeso, y G7 para caliza). El producto del alimentador pesador de la banda (G209) es depositado en una banda transportadora (G202) para traslado al circuito de secador de puzolana (G204) que tiene como objetivo reducir la humedad de la puzolana partiendo de hasta el 14% al 4% con un caudal de 30 t/h, en la alimentación existe una criba que separa materiales superiores a 50 mm de diámetro, el secado se realiza mediante la generación de aire caliente quemando crudo reducido de petróleo (residuo industrial) Una vez que la puzolana esta seca se deposita en la banda para pasar por la pre-molienda. Mientras que el producto del alimentador de las bandas G3, G11 y G7 es depositado en una banda transportadora (G63) para traslado al circuito de pre-molienda a través del elevador de cangilones (G240); El equipo principal en esta operación es un triturador de impacto del eje vertical, con la capacidad de tratar 150 t/h de material cuyo objetivo es reducir el tamaño de partícula de 25 mm a 6 mm; el clasificador genera tres

productos el final con tamaño menor a 6 mm, el de recirculación entre 6 – 50 mm que retorna a la línea de trituración y el de rechazo mayor a 50 mm que es enviado a una chancadora para que el material retorne al sistema. El producto menor a 6mm es almacenado en un silo y finalmente es depositado en una banda transportadora (G247) para el traslado al circuito de molienda de acabado (G20).

Los principales componentes individuales del circuito de molienda serán discutidos ahora, seguidos por una descripción de la operación del circuito de molienda de acabado de material.

3.1.3. Molino de acabado (G20).

El propósito del molino de bolas de acabado, de 3000HP (G20), es de reducir el tamaño del clinker a aproximadamente 4100-4300 de Blaine. Esto se lleva a cabo por medio de pasadas sucesivas por el molino. El molino está dividido en dos compartimientos, cada uno contiene una carga de bolas molidoras de acero forjado, carbón alto y tratado térmicamente. El diámetro de las bolas (G56) para cada compartimiento es la siguiente:

Primer compartimiento

Diámetro de la bola
60 mm
50 mm
40mm
30mm
Total

Tabla 1. Diámetro de las bolas de acero para el primer comportamiento. Fuente: Autor

Segundo compartimiento

Diámetro de la bola
25 mm
20 mm
17 mm
Total

Tabla 2 Diámetro de bolas de acero para el segundo comportamiento. Fuente: Autor

Nota

La carga de bolas (G56) debe ser tamizada periódicamente para sacar bolas quebradas o de inferior tamaño. Para comenzar, las bolas deben ser tamizadas una vez cada seis meses. En todo caso, será necesario agregar una cantidad de bolas por lo menos una vez por semana para compensar por el desgaste de bola. Se estima que el desgaste de bola será de 50 kilogramos/1.000 toneladas métricas de clinker molido. La experiencia misma dictara cualquier ajuste en esta estimación.

Las bolas pueden ser agregadas al primer compartimiento a través del conjunto alimentador; al segundo compartimiento las bolas pueden agregarse a través de la abertura de inspección.

3.1.4. Bomba Fuller-Kinyon (G47)

Una bomba tipo M de Fuller - kinyon, clasificada en 60 toneladas métricas por hora, transporta el cemento acabado desde el circuito de molienda de acabado al almacenaje de cemento.

3.1.5. Compresores de aire Fuller (G48, G48A, o G48B)

Proveen el aire transportador, para la operación de la bomba y compresor, Banda tubular y elevadora G47A

3.1.6. Circuito de molienda del molino de acabado

El circuito de molienda del molino de acabado es diseñado para molienda de circuito cerrado en el cual el clinker hace pasadas repetitivas a través del molino y separador y sus transportadores interconectados. La carga circulante puede ser hasta seis veces de la alimentación fresca. En cada pasada por el molino, aproximadamente una sexta parte de la carga, o 60 toneladas métricas, es molida a 3100 Blaine. Al pasar el cargamento al separador, este saca el clinker fino (cemento) y devuelve las restantes cinco-sextas del cargamento al molino donde se junta con el alimento de clinker fresco.

El clinker entra en el molino de acabado (G20) por el conducto alimentador desde el transportador de banda (G63). El clinker pasa por el molino y descarga en un transportador Airslide (G36) que conecta al elevador de cangilones Rexnord (G31).

El clinker es transportado desde el elevador de cangilones al separador (G35) por un transportador Airslide (G33).

En el separador (G35) se separa el clinker grueso y se devuelve al molino, el clinker finalmente molido o cemento acabado (3100 Blaine) es sacado a través de un conducto (G44) a las bombas Fuller-Kinyon (FG47 o una compuerta de dos vías (G45) dirige el material a la bomba seleccionada. La bomba Fuller-Kinyon traslada el cemento al silo de cemento Metálico. Para los silos H1 se utiliza la banda tubular G47A con un elevador de cangilones G47B.

Anexo 1. Plano, se encuentra referenciado en el disco; Carpeta Autocad

3.2. Descripción Funcional: Pre-molienda (Mole motor S.A., 2013)

3.2.1. Equipos del proceso

Código	Referencia	Descripción
G208	SL1	Silo de puzolana seca al 4%
G208	VR2	Válvula rotatoria de Silo SL1
G209	BD2	Banda dosificadora de puzolana
TLE2		Tolva de Clinker
DPE1		Dosificador de placas Clinker
TLE3		Tolva de yeso
TLE4		Tolva de caliza
DPE2		Dosificador de placas Yeso y caliza
BTE1		Banda transportadora de Mix
G240	EC2	Elevador de cadena 2
G240	CD1	Compuerta de desvío 1
G241	AV1	Alimentador vibratorio 1
G242	CV2	Criba vibratoria de Mix # 2
G242	CV3	Criba vibratoria de Mix # 3
G243	TLR1	Tolva de recolección 1
G243	CQ1	Compuerta de cierre de TLR1
G244	TR1	Trituradora Mix grueso
G245	BT3	Banda transportadora de Mix
G246	SL2	Silo de almacenamiento de Mix
G248	FM2	Filtro de mangas 2

Tabla 3. Descripción de los equipos de proceso. Fuente: Mole motor S.A

3.2.2. Grupos de arranque

Para el área de pre-molienda se tienen 2 grupos de arranque:

3.2.2.1. Dosificación

Formado por los siguientes equipos:

Código	Referencia	Descripción
G208	SL1	Silo de puzolana seca al 4%
G208	VR2	Válvula rotatoria de Silo SL1
G209	BD2	Banda dosificadora de puzolana
TLE2		Tolva de Clinker
DPE1		Dosificador de placas Clinker
TLE3		Tolva de yeso
TLE4		Tolva de caliza
DPE2		Dosificador de placas Yeso y caliza
BTE1		Banda transportadora de Mix

Tabla 4 Grupo de arranque para la Dosificación. Fuente: Mole motor S.A.

3.2.2.2. Pre-molienda

Formado por los siguientes equipos:

Código	Referencia	Descripción
G240	EC2	Elevador de cadena 2
G240	CD1	Compuerta de desvío 1
G241	AV1	Alimentador vibratorio 1
G242	CV2	Criba vibratoria de Mix # 2
G242	CV3	Criba vibratoria de Mix # 3
G243	TLR1	Tolva de recolección 1
G243	CQ1	Compuerta de cierre de TLR1
G244	TR1	Trituradora Mix grueso
G245	BT3	Banda transportadora de Mix
G246	SL2	Silo de almacenamiento de Mix
G248	FM2	Filtro de mangas 2

Tabla 5 Grupo de arranque para la pre-molienda. Fuente: Mole motor S.A.

3.2.3. Secuencia de arranque

La secuencia de arranque se inicia en el siguiente orden:

- FM2.RUN Filtro de mangas 2
- BT3.RUN Banda transportadora de Mix

- CQ1.OPEN_100% Compuerta de cierre de TLR1 abierta al 100%
- TR1.RUN Trituradora Mix grueso
- CV2.RUN Criba vibratoria de Mix # 2
- CV3.RUN Criba vibratoria de Mix # 3
- AV1.RUN Alimentador vibratorio 1
- CD1.TO_AV1 Compuerta de desvío 1 hacia AV1
- EC2.RUN Elevador de cadena 2
- BTE1.RUN Banda transportadora de Mix
- DPE2.RUN Dosificador de placas Yeso y Caliza
- DPE1.RUN Dosificador de placas Clinker
- BD2.RUN Banda dosificadora Puzolana.

3.2.3.1. Filtro de mangas FM02 (G248)

Condiciones de arranque

- LIH-246 Nivel alto Silo SL2.

3.2.3.2. Banda transportadora de mix BT3 (G245)

Condiciones de arranque

- LIH-246 Nivel alto Silo SL2
- FM02.RUN Filtro de mangas pre-molienda

Condiciones de protección

- CSS-245 Switch de cuerda
- ZSS-245 Switch de desvío
- SE-245 Sensor de movimiento.

3.2.4. Apertura al 100% de compuerta CQ1 (G243)

Condiciones de arranque

- LI-243<XX% Nivel de tolva TLR1 (G243) menor a xx%.

3.2.5. Triturador de mix grueso TR1 (G244)

Condiciones de arranque.

- CQ1.OPEN Compuerta de cierre de TLR1 abierta

Condiciones de protección

- TR1.FAIL Falla trituradora Mix Grueso.

3.2.6. Criba vibratoria 2 CV2 (G242)

Condiciones de arranque

- BT3.RUN Banda transportadora de Mix (G245) marchando

Condiciones de protección

- YA1-242 Alarma criba vibratoria 2.

3.2.7. Criba vibratoria 3 CV3 (G242)

Condiciones de arranque

- BT3.RUN Banda transportadora de Mix (G245) marchando

Condiciones de protección

- YA2-242 Alarma criba vibratoria 3.

3.2.8. Alimentador vibratorio AV1 (G241)

Condiciones de arranque

- CV2.RUN Criba vibratoria 2 (G242) marchando
- CV3.RUN Criba vibratoria 3 (G242) marchando

Condiciones de protección

- YA1-241 Alarma vibrador

3.2.9. Elevador de cadena 2 EC2 (G240).

Condiciones de arranque

- AV1.RUN Alimentador vibratorio 1 (G241) marchando
- CD1.TO_AV1 Compuerta de desvío hacia Alimentador AV1

Condiciones de protección

- LSH-240 Sensor de sobrellenado
- SE1-240 Sensor de movimiento motor principal
- HSS-240 Parada de emergencia
- TSH-240 Temperatura de acople
- ZCA-240 Compuerta de emergencia cerrada.

3.2.10. Banda transportadora de mix BTE1

Condiciones de arranque

- EC2.RUN Elevador de cadena (G240) marchando

Condiciones de protección

- CSS-BTE1 Switch de cuerda
- ZSS-BTE1 Switch de desvío
- SE-BTE1 Sensor de movimiento.

3.2.11. Dosificador de placas yeso y caliza DPE2.

Condiciones de arranque

- BTE1.RUN Banda transportadora de Mix marchando

Condiciones de protección

- CSS-DPE2 Switch de cuerda
- ZSS-DPE2 Switch de desvío
- SE-DPE2 Sensor de movimiento

3.2.12. Dosificador de placas clinker DPE1.

Condiciones de arranque

- BTE1.RUN Banda transportadora de Mix marchando

Condiciones de protección

- CSS-DPE1 Switch de cuerda

- ZSS-DPE1 Switch de desvío
- SE-DPE1 Sensor de movimiento.

3.2.13. Banda dosificadora puzolana BD2 (G209)

Condiciones de arranque

- BTE1.RUN Banda transportadora de Mix marchando

Condiciones de operación

- TR1.FAIL Falla trituradora Mix Grueso
- EC2.FAIL Falla elevador de cadena 2
- LI-246>XX% Nivel alto silo de Mix SL2

Condiciones de protección

- CSS-209 Switch de cuerda
- ZSS-209 Switch de desvío
- SE-209 Sensor de movimiento.

3.2.14. Secuencia de parada normal

Una secuencia de parada normal se daría en caso que se alcance el nivel alto en el silo SL2 (LI-246>xx%), en este caso la secuencia de apagado sería:

1. Se detiene a los 5 segundos (Tiempo de vaciado de BD2)
 - BD2 Banda dosificadora de puzolana
2. Se detiene a los 10 segundos (Tiempo de vaciado de DPE1)
 - DPE1 Dosificador de placas Clinker
3. Se detiene a los 15 segundos (Tiempo de vaciado de DPE2)
 - DPE2 Dosificador de placas Yeso y Caliza
4. Se detiene a los 20 segundos (Tiempo de vaciado de BTE1)
 - BTE1 Banda transportadora de Mix

5. Los demás equipos siguen trabajando normalmente hasta que se descargue el elevador de cadena EC2.

6. Luego de bajar la carga del elevador EC2, se esperan 10 segundos y este se detiene.

7. Luego de 15 segundos se detiene

- TR1 Triturador de Mix Grueso

8. Luego de 18 segundos se cierra

- CQ1 Compuerta de cierre de TLR1

9. Luego de 20 segundos se detiene

- AV1 Alimentador vibratorio 1
- CV2 Criba vibratoria 2
- CV3 Criba vibratoria 3

10. Luego de 25 segundos, se detiene

- BT3 Banda transportadora de Mix

11. El filtro FM2 continúa funcionando por 15 o 20 minutos más.

3.2.15. Parada por falla de trituradora TR1

En caso de falla del triturador TR1, los equipos deben apagarse en el siguiente orden:

1. Se detiene de inmediato BD2 Banda dosificadora de puzolana y se cierra CQ1 (compuerta de cierre de TLR1)

2. Se detiene a los 3 segundos DPE1 Dosificador de placas Clinker

3. Se detiene a los 6 segundos DPE2 Dosificador de placas Yeso y Caliza

4. Se detiene a los 9 segundos BTE1 Banda transportadora de Mix

5. Los demás equipos (BT3, CV2, CV3, AV1, EC2 y FM2) siguen trabajando normalmente hasta descargarse el elevador EC2. La tolva TLR1, tiene capacidad

suficiente para albergar el material que venga en la banda BTE1, elevador EC2, alimentador AV1 y cribas CV2 y CV3.

6. Luego de la descarga del elevador EC2, se detiene

- AV1 Alimentador vibratorio 1
- CV2 Criba vibratoria 2
- CV3 Criba vibratoria 3

7. Luego de 5 segundos, se detiene

- BT3 Banda transportadora de Mix

8. El filtro FM2 continúa funcionando por 15 o 20 minutos más

9. Luego de solucionar el problema de la trituradora TR1, arrancan los equipos en el siguiente orden:

- BT3.RUN Banda transportadora de Mix
- TR1.RUN Trituradora Mix grueso
- CQ1.OPEN_50% Compuerta de cierre de TLR1 abierta al 50%
- CV2.RUN Criba vibratoria de Mix # 2
- CV3.RUN Criba vibratoria de Mix # 3
- AV1.RUN Alimentador vibratorio 1
- CD1.TO_AV1 Compuerta de desvío 1 hacia AV1
- EC2.RUN Elevador de cadena 2
- BTE1.RUN Banda transportadora de Mix
- DPE2.RUN Dosificador de placas Yeso y Caliza
- DPE1.RUN Dosificador de placas Clinker
- BD2.RUN Banda dosificadora Puzolana

10. Verificar nivel de TLR1 para abrir CQ1 al 100%.

3.2.16. Parada por falla de elevador EC2

En caso de falla del elevador EC2, los equipos deben apagarse en el siguiente orden:

1. Se detiene de inmediato BD2 Banda dosificadora de puzolana y se cierra CQ1 (compuerta de cierre de TLR1)
2. Se detiene a los 3 segundos DPE1 Dosificador de placas Clinker
3. Se detiene a los 6 segundos DPE2 Dosificador de placas Yeso y Caliza
4. Se detiene a los 9 segundos BTE1 Banda transportadora de Mix
5. Los demás equipos (BT3, CV2, CV3, AV1 y FM2) siguen trabajando normalmente hasta descargarse (Aprox. XX segundos).
6. El filtro FM2 continúa funcionando por 15 o 20 minutos más
7. Luego de solucionar el problema del elevador EC2, arrancan los equipos en el siguiente orden:

- BT3.RUN Banda transportadora de Mix
- TR1.RUN Trituradora Mix grueso
- CQ1.OPEN_50% Compuerta de cierre de TLR1 abierta al 50%
- CV2.RUN Criba vibratoria de Mix # 2
- CV3.RUN Criba vibratoria de Mix # 3
- AV1.RUN Alimentador vibratorio 1
- CD1.TO_AV1 Compuerta de desvío 1 hacia AV1
- EC2.RUN Elevador de cadena 2
- BTE1.RUN Banda transportadora de Mix
- DPE2.RUN Dosificador de placas Yeso y Caliza
- DPE1.RUN Dosificador de placas Clinker
- BD2.RUN Banda dosificadora Puzolana
- Verificar nivel de TLR1 para abrir CQ1 al 100%.

3.2.17. Alarmas

- Nivel alto Tolva TLR1 (LI-243 > XX%)
- Nivel alto-alto Tolva TLR1 (LIH-243)
- Nivel alto Silo SL2 (LI-246 > XX%)

- Nivel alto-alto Silo SL2 (LIH-246)
- Carga alta elevador de cadena EC2 (YW-240> xx%)
- Alarma filtro de mangas FM2 (YA1-246)
- Alarma Triturador (TR1.ALRM)
- Alarma Criba vibratoria CV2 (YA1-242)
- Alarma Criba vibratoria CV3 (YA2-242)
- Alarma Alimentador vibratorio CV3 (YA1-241)

3.2.18. Tendencias

- Flujo másico banda dosificadora BD2 (FIC-209)
- Carga del triturador
- Carga de elevador EC2 (YW-240)
- Nivel de silo SL2 (LI-246)
- Flujo dosificador de placas DPE1
- Flujo dosificador de placas DPE2
- Totalizador de flujo de banda dosificadora BD2
- Totalizador de flujo de dosificador de placas DPE1
- Totalizador de flujo de dosificador de placas DPE2.

Anexo 2. Plano de la pre-molienda.

3.3. Descripción Funcional Secador (Mole motor S.A., 2013)

3.3.1. Equipos del proceso

Código	Referencia	Descripción
G200	TLE1	Tolva de puzolana húmeda
G201	BD1	Banda dosificadora de puzolana húmeda
G202	BT1	Banda transportadora de puzolana húmeda
G203	CV1	Criba vibratoria para puzolana húmeda
G204	SP1	Secador de puzolana
G205	BT2	Banda transportadora de descarga de secador
G206	FM1	Filtro de mangas 1
G207	EC1	Elevador de cadena
G208	SL1	Silo de puzolana seca al 4%

Tabla 6 Descripción de los equipos de proceso. Fuente: Mole motor S.A.

3.3.2. Grupos de arranque

Para el área de secado de puzolana se tienen 3 grupos de arranque:

3.3.2.1. Alimentación

Formado por los siguientes equipos:

Código	Referencia	Descripción
G200	TLE1	Tolva de puzolana húmeda
G201	BD1	Banda dosificadora de puzolana húmeda
G202	BT1	Banda transportadora de puzolana húmeda
G203	CV1	Criba vibratoria para puzolana húmeda

Tabla 7 Grupo de arranque para la alimentación. Fuente: Mole motor S.A.

3.3.2.2. Secado

Formado por los siguientes equipos:

Código	Referencia	Descripción
G204	SP1	Secador de puzolana

Tabla 8. Código del secador de puzolana. Fuente: Mole motor S.A.

3.3.2.3. Descarga

Formado por los siguientes equipos:

Código	Referencia	Descripción
G205	BT2	Banda transportadora de descarga de secador
G206	FM1	Filtro de mangas 1
G207	EC1	Elevador de cadena

Tabla 9 Códigos de los equipos de descarga – secador. Fuente: Mole motor S.A.

3.3.3. Secuencia de arranque.

1. Primero se inicia el calentamiento del bunker y su tubería. Este proceso se estima una duración de 12 horas.

2. Luego de esto se inicia el arranque de los equipos en el siguiente orden:

- EC1.RUN Elevador de cadena
- BT2.RUN Banda transportadora de descarga de secador
- FM1.RUN Filtro de mangas 1

- SP1.RUN Secador de puzolana

3. Luego de tener confirmación de que el secador SP1, ha alcanzado una temperatura adecuada, continúan arrancando los siguientes equipos:

- CV1.RUN Criba vibratoria de puzolana húmeda
- BT1.RUN Banda transportadora de puzolana húmeda
- BD1.RUN Banda dosificadora de puzolana húmeda.

3.3.4. Elevador de cadena EC1 (207)

Condiciones de arranque

- LIH-208 Nivel alto Silo SL1

Condiciones de protección

- LSH-207 Sensor de sobrellenado
- SE-207 Sensor de movimiento
- YA1-207 Aviso de parada de emergencia.

3.3.5. Banda transportadora BT2 (205)

Condiciones de arranque

- EC1.RUN Elevador de cadena 1 (207) marchando

Condiciones de protección

- CSS-205 Switch de cuerda
- ZSS-205 Switch de desvío
- SE-205 Sensor de movimiento.

3.3.6. Filtro de mangas FM1 (206)

Condiciones de arranque

- BT2.RUN Banda transportadora 2 (205) marchando.

3.3.7. Secador de puzolana SP1 (204)

Condiciones de arranque

- FM1.RUN Filtro de mangas 1 (206) marchando.

3.3.8. Criba vibratoria CV1 (203)

Condiciones de arranque

- SP1.RUN Secador de puzolana (204) marchando
- TI4-204 > 155°C Temperatura de material mayor a 155°C

Condiciones de operación

- BD1.RUN Banda dosificadora 1 (201) marchando
- FIC-201 > 0 Flujo másico de banda dosificadora 1 mayor a 0

Condiciones de protección

- YA-203 Alarma Criba vibratoria.

3.3.9. Banda transportadora BT1 (202)

Condiciones de arranque

- CV1.RUN Criba vibratoria 1 (203) marchando

Condiciones de protección

- CSS-202 Switch de cuerda
- ZSS-202 Switch de desvío
- SE-202 Sensor de movimiento.

3.3.10. Banda dosificadora BD1 (201)

Condiciones de arranque

- BT1.RUN Banda transportadora 1 (202) marchando

Condiciones de protección

- ISH-201 Interruptor de corriente crítica
- HSS-201 Parada de emergencia
- YA2-201 Error de comunicación.

3.3.11. Secuencia de parada normal

Una secuencia de parada normal se daría en caso que se alcance el nivel alto en el silo SL1 (LI-208>xx%) o si está funcionando la banda dosificadora BD1 y su flujo es cero (BD1.RUN & FIC-201=0). La secuencia debe respetar el siguiente orden:

1. Se detiene a los 5 segundos (Tiempo de vaciado de BD1)
 - BD1 Banda dosificadora de puzolana húmeda
2. Se detiene a los 10 segundos (Tiempo de vaciado de BT1)
 - BT1 Banda transportadora de puzolana húmeda
3. Se detiene a los 15 segundos
 - CV1 Criba vibratoria de puzolana húmeda
4. Los demás equipos (SP1, FM1, BT2 y EC1) continúan funcionando hasta que se descargan de material, esto es la carga del elevador EC1, va a corriente de operación en vacío (YW-207<=xx Amperios).
5. Luego de bajar la carga del elevador EC1, el secador SP1 continúa su funcionamiento por 20 minutos más.
6. Luego de 10 minutos posteriores al apagado del secador SP1, se apaga el filtro FM1.
7. Luego de 15 segundos, se detiene
 - BT2 Banda transportadora de descarga de secador
8. Luego de 15 segundos posteriores, se detiene
 - EC1 Elevador de cadena.

3.3.12. Alarmas

- Nivel alto Silo SL1 (LI-208 > XX%)
- Nivel alto-alto Silo SL1 (LIH-208)
- Carga alta elevador de cadena EC1 (YW-207> xx%)

- Alarma filtro de mangas FM1 (YA1-206)
- Alarma nueva filtro de mangas FM1 (YA2-206)
- Código de error 1 de secador SP1 (YA1-204)
- Código de error 2 de secador SP1 (YA2-204)
- Código de error 3 de secador SP1 (YA3-204)
- Código de error 4 de secador SP1 (YA4-204)
- Código de error 5 de secador SP1 (YA5-204)
- Nivel bajo Tolva puzolana húmeda TLE1 (LSL-200)
- Alarma nivel alto tanque de uso diario
- Alarma nivel bajo tanque de uso diario.

3.3.13. Tendencias

- Flujo másico banda dosificadora BD1 (FIC-201)
- Temperatura de aire de salida de secador SP1 (TI2-204)
- Temperatura de Gas caliente de secador SP1 (TI3-204)
- Temperatura de material seco (TI4-204)
- Posición de carga del quemador (BC-204)
- Carga de elevador EC1 (YW-207)
- Nivel de silo SL1 (LI-208)
- Horas de funcionamiento del secador (SP1)
- Totalizador de flujo de banda dosificadora BD1

Anexo 3. Plano del secador

CAPITULO IV
ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE
INTERVIENEN EN EL PROCESO DE
SECADO Y PRE- MOLIENDA.

CAPITULO 4

4. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE SECADO Y PRE- MOLIENDA.

4.1. Análisis Físicos

Los análisis físicos realizados a continuación se encuentran descritos en el manual de procedimientos empleados por el departamento de calidad de la Compañía Industrias Guapán, los mismos que están basados en la norma INEN para la fabricación del cemento Portland Puzolanico Tipo IP.

4.1.1. Determinación de la humedad de la puzolana

Según la norma ASTM C 618 (American Society for Testing and Materials) define de la siguiente manera: “Las puzolanas son materiales silicios y aluminosos, los cuales por si solos tiene muy poco valor cementante, sin embargo finamente divididas y ante la presencia de humedad, reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio a la temperatura ambiente para formar compuestos que poseen propiedades cementantes”.

Cuando las puzolanas se las muele finamente, aumentan su eficacia ya que pueden fijar la cal del cemento Portland de manera más rápida, esto debido a la sílice y la alúmina que contienen.

Las puzolanas son de fácil molienda, la misma que se facilita cuando están completamente secas. Las ventajas que ofrece la puzolana seca al ser molida con el clinker de cemento se detallan a continuación:

- Mayor durabilidad del cemento.
- Mejora en la resistencia frente al agua de mar.
- Mejor defensa ante los sulfatos y cloruros.
- Aumento en la resistencia a la compresión.
- Incremento de la impermeabilidad por la reducción de grietas en el fraguado.
- Disminución del calor de hidratación.
- Mejora en la resistencia a la abrasión.

- Aumenta la resistencia del acero a la corrosión.
- Menor necesidad de agua.

Equipo necesario:

- Balanza digital.
- Estufa.
- Cronómetro estandarizado.
- Plancha térmica.
- Copelas Taradas.

La puzolana luego de pasar por el proceso de secado es utilizada en un 25% para la dosificación.

Procedimiento:

Luego se pesa una cantidad determinada de muestra de la banda G205 en una copela previamente tarada p1, se coloca la muestra en una plancha térmica que trabaja entre 150 0C a 300 0C durante 40 minutos se enfría la muestra, volvemos a pesar la muestra p2, calculamos la humedad sacando la diferencia entre los dos pesos y multiplicando por dos.

Cálculos. Se calcula el porcentaje humedad por diferencia de peso para el mes de Abril.

Ejemplo: Para el caso de la muestra del mes de Abril (humedad de entrada) se tiene los siguientes valores:

p1:153,64

p2:148,24

$$\% \text{ Humedad} = p1 - p2$$

Ecuación 5. Calculo del porcentaje de humedad. Fuente: Departamento de Calidad Compañía Industrias Guapán

$$\% \text{ Humedad} = (153,64 - 148,24) * 2 = 10.8$$

Los resultados de los análisis de esta prueba se muestran a continuación en la tabla

Año	Secador de Puzolana			
2013-2014	Producción	Combustible	Humedad entrada	Humedad salida
Unidad	Ton.	Galones	% promedio	% promedio
Mes				
Mayo	10724	20.988	12	2,8
junio	10723	21.866	11	2,8
Julio	10351	19.796	12	2,7
Agosto	11514	22.218	13	3,0
Septiembre	10056	21.910	12	2,6
Octubre	10600	30.670	11	2,4
Noviembre	9086	27.654	13	3,7
Diciembre	8458	26.798	12	3,5
Enero	8978	27.807	13	3,7
Febrero	8192	24.695	11	3,4
Marzo	8186	24.558	12	4,3
Abril	8996	26.988	11	3,8
Total	115.864	295.948		

Tabla 10. Secador de puzolana. Fuente: Departamento de producción. Realizado por: Autor

En la siguiente tabla presento el valor de la puzolana secada mensualmente, el valor del residuo industrial utilizado y el porcentaje de humedad de entrada y salida.

4.1.2. Determinación de la granulometría del mix

Según la Norma ASTM C136, la granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas y se determina por análisis de tamices. El tamaño de partícula se determina por medio de tamices de malla de alambre aberturas cuadradas. Para nuestro estudio se realizó de la siguiente manera. Luego de pasar los aditivos y la materia prima por la pre-molienda.

Equipo necesario:

- Balanza digital.
- Tamices: 6,3mm, 4mm, 2,8mm, 2mm y 1,4mm.

Luego de pasar los aditivos y la materia prima por la pre-molienda.

Procedimiento

Se pesa una cantidad determinada de muestra de la banda G246, a través de la balanza digital sacamos el peso bruto de la muestra, ubicamos la medida de los tamices en orden descendente, procedemos a surtir la muestra, una vez concluido este proceso iniciamos a pesar la cantidad retenida en el tamiz y de esta manera determino el tamaño de la partícula.

La medida de los tamices que se utilizo son las siguientes: 6,3mm, 4mm, 2,8mm, 2mm y 1,4mm.

Cálculos

Los cálculos del porcentaje de retenido en el tamiz con abertura 6mm se pueden hacer utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Retenido Total} = mp1 + mp2 + mpN \dots$$

Ecuación 6 Cálculo del retenido total. Fuente: Departamento de Calidad Compañía Industrias Guapán

Donde:

Retenido Total = porcentaje de retenido en el tamiz con abertura de 6mm, 4mm, 2,8mm, 2mm y 1,4mm.

mp = cantidad de muestra que no atraviesa el tamiz con abertura de 6mm.

Ejemplo: Para el caso de la muestra se tiene los siguientes valores:

Los resultados de los análisis de esta prueba de abril del 2014 se muestran a continuación en la tabla

Peso: g	3116
Retenido Total	Cantidad que pasa
1195	1921

Tabla 11. Determinación de la granulometría. Fuente: Autor

$$\text{Retenido Total} = 210 + 344 + 341 + 193 + 107 = 1195$$

Tamiz(mm)	Peso. Bruto	tara tamiz	Peso. neto	Unidad
6,3	734	524	210	G
4	861	517	344	G
2,8	847	506	341	G
2	674	481	193	G
1,4	573	466	107	G

Tabla 12. Cantidad de retenido en los tamices. Fuente: Autor

Tamiz (mm)	6,3	4	2,8	2	1,4
	210	344	341	193	107
Porcentaje%	6,74	11,04	10,94	6,19	3,43
%Acumulado	6,7	17,8	28,7	34,9	38,4

Tabla 13. Porcentaje acumulado en los tamices. Fuente: Autor

En las siguientes tablas presento el valor retenido, el valor que atraviesa los diferentes diámetros de abertura de los tamices y los valores del porcentaje acumulado.

4.2. Análisis de los consumos de las variables

4.2.1. Residuo Industrial

Es aquel que libera energía cuando se oxida de forma violenta con desprendimiento de calor. Supone la liberación de una energía de su forma potencial a una forma utilizable sea directamente (energía térmica) dejando como residuo calor, dióxido de carbono y algún otro compuesto químico.

Para calcular la cantidad de combustible que utiliza el secador de puzolana hemos realizado de la siguiente manera:

Saque la diferencia entre el valor que ingresa a recepción y el valor de consumo del Horno Rotatorio del Área F.

Los valores de consumo de residuo industrial se muestran a continuación en la tabla

Consumo de Residuo Industrial			
2013-2014	Total	Total	Total
Combustible	Recepción	Horno	Secador
Unidad	Galones	Galones	Galones
Mes			
Mayo	625.773	604.785	20.988
Junio	735.136	713.270	21.866
Julio	742.152	722.356	19.796
Agosto	755.584	733.366	22.218
Septiembre	563.842	541.932	21.910
Octubre	749.180	718.510	30.670
Noviembre	776.612	748.958	27.654
Diciembre	422.476	395.678	26.798
Enero	737.190	709.383	27.807
Febrero	699.732	675.037	24.695
Marzo	794.298	769.740	24.558
Abril	773.806	746.818	26.988

Tabla 14. Consumo de residuo industrial del secador de puzolana. Fuente: Departamento de producción. Realizado por: Autor

4.2.2. Energía

Es aquella fuerza de trabajo, relacionadas con la imagen de una capacidad para obrar, convertir, poner en movimiento al molino y darle un uso industrial.

Categorías de utilización

- De punta: Desde las 17h00 hasta las 22h00 de lunes a domingo,
- De demanda media: Desde las 07h00 hasta las 17h00 de lunes a viernes; y,
- De base: Las restantes horas de la semana.

Los valores de consumo de energía del año 2013-2014 se muestran a continuación en la tabla

Resumen del molino de cemento Área "G"			
2013-2014	Funcionamiento	Producción	Energía
Unidad	Hora	Ton.	Kwh
MES			
Mayo	645	42429	1.563.927
Junio	641	41597	1.543.643
Julio	606	40693	1.510.991
Agosto	680	45590	1.676.981
Septiembre	543	38277	1.319.939
Octubre	633	43489	1.550.745
Noviembre	602	41939	1.466.069
Diciembre	528	36759	1.313.560
Enero	563	40250	1.435.319
Febrero	532	37119	1.338.792
Marzo	519	35947	1.298.489
Abril	600	40769	1.490.143
Total	7092	484.858	17.508.598
promedio	591	40.405	1.459.050

Tabla 15. Consumo de energía del área. Fuente: departamento de producción. Realizado por: Autor

4.2.3. Acero

El Clinker es molido a través de bolas de acero de diferentes tamaños a su paso por las dos cámaras del molino. Las bolas de acero forjado están hechas a través de calentar a altas temperaturas y utilizar el método forjado para la fabricación.

Las bolas de acero alto en carbono se han templado en profundidad y pueden utilizarse para cargas más elevadas, es una buena alternativa

Los valores de consumo se muestran a continuación en la tabla.

Consumo del Acero en el Molino de Cemento							
Cámara	I Cámara				II Cámara		
Diámetro	90mm	80mm	70mm	60mm	30mm	25mm	17mm
Unidad	Ton	Ton	ton	Ton	Ton	Ton	Ton
Año							
2009	9	7	0	0	7	3	0
2010	9	50	8	47	0	4	16
2011	14	8	0	0	0	0	0
2012	17	0	0	0	0	0	0
Diámetro	60mm	50mm	40mm	30mm	25mm	20mm	17mm
Unidad	ton	Ton	ton	Ton	Ton	Ton	Ton
Año							
2013-2014	4	19	24	12	21	42	47

Tabla 16. Consumo de las bolas de acero. Fuente: Departamento de producción. Realizado por: Autor

En la siguiente tabla presento el valor de consumo de las bolas de acero de cada año antes de la implementación y después.

4.2.4. Mantenimiento

Es aquel conjunto de actividades que debemos realizar a las instalaciones con el único objetivo de prevenir averías, fallas y corregir siempre buscando que continúen prestando los servicios para el cual fueron implementados de esta manera se detalla a continuación materiales/repuestos que se cambio en la pre-molienda y el secador.

El hacer mantenimiento no implica reparar equipo, tan pronto como se pueda sino mantener el equipo en operación a los niveles especificados. En consecuencia buen mantenimiento no consiste en realizar el trabajo equivocado en la forma más eficiente; su primera prioridad es prevenir fallas y de este modo reducir los riesgos de paradas imprevistas.

Los materiales/repuestos reemplazados se muestran a continuación en la tabla

Pre-molienda				
Materiales / repuestos solicitados por mantenimiento mecánico				
Mes	Cantidad	Material / Repuesto	P. Unitario.	Costo Total
12/05/2013	4	Eyectores	\$ 256,00	\$ 1.024,00
30/05/2013	4	Eyectores	\$ 256,00	\$ 1.024,00
	1	protección de mesa	\$ 515,00	\$ 515,00
	4	Protecciones de mesa pequeña	\$ 90,00	\$ 360,00
10/06/2013	4	Eyectores	\$ 256,00	\$ 1.024,00
24/07/2013	4	Eyectores	\$ 256,00	\$ 1.024,00
09/09/2013	4	Eyectores	\$ 256,00	\$ 1.024,00
	16	Corazas	\$ 360,00	\$ 5.760,00
	4	Protecciones de mesa pequeña	\$ 90,00	\$ 360,00
	1	protección de mesa	\$ 515,00	\$ 515,00
	1	Plato Central	\$ 485,00	\$ 485,00
25/11/2013	4	Eyectores	\$ 256,00	\$ 1.024,00
06/01/2014	4	Eyectores	\$ 256,00	\$ 1.024,00
	4	Protecciones de mesa pequeña	\$ 90,00	\$ 360,00
	1	Protección de mesa	\$ 515,00	\$ 515,00
20/02/2014	4	Eyectores	\$ 256,00	\$ 1.024,00
02/04/2014	4	Eyectores	\$ 256,00	\$ 1.024,00
Total				\$ 18.086,00
Secador				
	1	Reparación -Banda G201		\$ 500,00
Suma Total				\$ 18.586,00

Tabla 17. Lista de materiales/repuestos utilizados en la pre-molienda. Fuente: Mantenimiento mecánico. Realizado por: Autor

En la siguiente tabla presento el valor reemplazado de materiales /repuestos en la pre-molienda por los colaboradores de mantenimiento mecánico.

Los materiales/repuestos reemplazados en la pre-molienda y el secador se muestran a continuación en la tabla

Pre-molienda – Secador			
Materiales / repuestos solicitados por mantenimiento eléctrico			
Cantidad	Material / Repuesto	P. Unitario.	Costo Total
2	Sensor RTD 1* PT100	\$ 225,23	\$ 450,46
2	Silicón 8210045 (rojo)	\$ 4,94	\$ 9,88
1	Cinta aislante auto fundente	\$ 9,20	\$ 9,20
2	Terminal U/10 - 12 AWG	\$ 0,10	\$ 0,20
4	Fusible 22*58mm 63A/500V	\$ 7,77	\$ 31,08
1	Potenciómetro 1K/2W (10 vueltas)	\$ 37,24	\$ 37,24
2	Rodamiento 6206 2Z C3 (30*62*16)	\$ 7,62	\$ 15,24
1	Spray crown belt dressing 8079	\$ 13,38	\$ 13,38
1	Brocha de 3"	\$ 1,24	\$ 1,24
2	Rodamiento 6206 2Z C3 (30*62*16)	\$ 7,62	\$ 15,24
2	Rodamiento 6206 2Z C3 (15*35*11)	\$ 4,22	\$ 8,44
1	Teflón Chesterton	\$ 12,00	\$ 12,00
2	Detector de nivel endress+ hauser	\$ 1.218,95	\$ 2.437,90
2	Fusible 22*58mm 63A/500V	\$ 7,77	\$ 15,54
1	Modulo de frenado FRDCV1 36A 480V	\$ 1.620,00	\$ 1.620,00
1	Cabo de manila de 1/2 (kg)	\$ 4,08	\$ 4,08
40	Perno 1/4 " * 3/4 " RG con tuerca	\$ 0,06	\$ 2,40
20	Perno 3/8 " * 2 " RG con tuerca	\$ 0,18	\$ 3,60
20	Perno 3/8" *2 1/2 " RG con tuerca	\$ 0,18	\$ 3,60
4	Perno 1/4 " * 1" RG / acero G5.0	\$ 0,04	\$ 0,16
4	Arandela plana de 1/4"	\$ 0,02	\$ 0,08
80	Arandela plana de 3/8"	\$ 0,04	\$ 3,20
4	Arandela presión de 1/4	\$ 0,04	\$ 0,16
200	Amarra plástica/20 cm	\$ 0,04	\$ 8,00
100	Amarra plástica/38 cm	\$ 0,06	\$ 6,00
60	Cable 7*16 AWG (m)	\$ 2,53	\$ 151,80
1	Cinta aislante súper 33+/3M	\$ 4,37	\$ 4,37
5	Conector tubular/4 AWG	\$ 0,74	\$ 3,70
3	Conector tubular/2 AWG	\$ 0,67	\$ 2,01
	Total		\$ 4.870,20

Tabla 18. Lista de los materiales/repuestos utilizados en la pre-molienda y el secador. Fuente: mantenimiento eléctrico. Realizado por: Autor

En la siguiente tabla presento el valor reemplazado de materiales /repuestos en la pre-molienda y secador por los colaboradores de mantenimiento eléctrico.

Los materiales/repuestos reemplazados se muestran a continuación en la tabla

Pre-molienda – Secador			
Materiales / repuestos solicitados por Instrumentación			
Cantidad	Material / Repuesto	P. Unitario.	Costo Total
6	Perno 3/8 " * 1 " RG con tuerca	\$ 0,11	\$ 0,66
8	Perno 1/4" * 1 " RF con tuerca	\$ 0,05	\$ 0,40
10	Tuerca 3/8 " RG	\$ 0,04	\$ 0,40
4	Arandela plana de 3/8"	\$ 0,04	\$ 0,16
4	Arandela presión de 3/8"	\$ 0,03	\$ 0,12
1	Cinta aislante súper 33+/3M	\$ 4,37	\$ 4,37
1	Cinta aislante auto fundente 23/3M	\$ 9,20	\$ 9,20
1	Manómetro de 0 a 30 PSI de glicerina	\$ 35,33	\$ 35,33
10	Tubo poliuretano; marca: festo (m)	\$ 3,85	\$ 38,50
40	Amarra plástica/10 CMT	\$ 0,0038	\$ 0,15
Total			\$ 89,29

Tabla 19. Lista de los materiales/repuestos utilizados en la pre-molienda y el secador. Fuente: Instrumentación. Realizado por: Autor

En la siguiente tabla presento el valor reemplazado de materiales /repuestos en la pre-molienda y secador por los colaboradores de instrumentación.

4.3. Comparación del Sistema Anterior con el Sistema Actual.

Luego de que se implemento el secador y la pre-molienda en la compañía es necesario hacer un análisis comparativo a partir de datos históricos de la producción los costos, el recurso utilizado para la misma es conveniente realizar desde el año: 2009, 2010, 2011, 2012 con el año 2013-2014; dando a conocer que la operación del secador y pre-molienda inicio el 13 de Abril del 2013.

Los resultados de la operación, producción, energía y rendimiento en el año 2009 se muestran a continuación en la tabla.

Resumen del molino de cemento Área "G"					
2009	Funcionamiento	Producción	Energía	Consumo	Rendimiento
Unidad	Hora	Ton.	Kwh	Kwh / ton	T/h
MES					
Enero	698	35272	1.499.342	42,51	50,53
Febrero	645	32377	1.484.486	45,85	50,20
Marzo	713	37151	1.681.375	45,26	52,11
Abril	702	37144	1.677.589	45,16	52,91
Mayo	614	32821	1.458.174	44,43	53,45
Junio	688	35752	1.645.456	46,02	51,97
Julio	705	37694	1.654.502	43,89	53,47
Agosto	704	37032	1.666.151	44,99	52,60
Septiembre	679	37541	1.622.132	43,21	55,29
Octubre	703	38135	1.656.567	43,44	54,25
Noviembre	636	36254	1.541.227	42,51	57,00
Diciembre	599	36381	1.427.670	39,24	60,74
Total	8086	433.554	19.014.671,990	526,52	644,51
Promedio	673,83	36.130	1.584.556	43,88	53,71

Tabla 20. Resumen del molino de cemento, año 2009. Fuente: Departamento producción. Realizado por: Autor

Los resultados de los costos de energía en el año 2009 se presentan en la tabla:

Costos en el molino de cemento Área "G"			
2009	Energía		Total
Unidad	\$		\$
MES			
Enero	\$	216.685,53	\$ 216.685,53
Febrero	\$	196.579,44	\$ 196.579,44
Marzo	\$	214.436,36	\$ 214.436,36
Abril	\$	245.511,87	\$ 245.511,87
Mayo	\$	231.906,10	\$ 231.906,10
Junio	\$	250.527,14	\$ 250.527,14
Julio	\$	191.596,71	\$ 191.596,71
Agosto	\$	252.706,42	\$ 252.706,42
Septiembre	\$	237.949,72	\$ 237.949,72
Octubre	\$	246.394,49	\$ 246.394,49
Noviembre	\$	196.579,44	\$ 196.579,44
Diciembre	\$	230.774,89	\$ 230.774,89
Total	\$	2.711.648,11	\$ 2.711.648,11
promedio	\$	225.970,68	\$ 4.207

Tabla 21. Costo de energía en el molino de cemento, año 2009. Fuente: Autor

Los resultados de la operación, producción, energía y rendimiento en el año 2010 se muestran a continuación en la tabla

Resumen del molino de cemento Área "G"					
2010	Funcionamiento	Producción	Energía	Consumo	Rendimiento
Unidad	Hora	Ton.	Kwh	Kwh / ton	T/h
MES					
Enero	575	35746	1.398.937	39,14	62,17
Febrero	597	35078	1.422.718	40,56	58,76
Marzo	734	39719	1.719.093	43,28	54,11
Abril	613	34642	1.416.967	40,90	56,51
Mayo	604	34037	1.393.326	40,94	56,35
Junio	609	35301	1.423.589	40,33	57,97
Julio	644	37504	1.491.539	39,77	58,24
Agosto	679	38987	1.565.695	40,16	57,42
Septiembre	668	38945	1.567.929	40,26	58,30
Octubre	686	38795	1.537.538	39,63	56,55
Noviembre	614	34545	1.434.778	41,53	56,26
Diciembre	699	40838	1.717.823	42,06	58,42
Total	7722	444.137	18.089.931	488,56	691,06
promedio	643,5	37.011	1.507.494	40,71	57,59

Tabla 22. Resumen del molino de cemento, año 2010. Fuente: Departamento producción. Realizado por: Autor

Los resultados de consumo de energía en el año 2010 se muestran a continuación:

Costos en el molino de cemento Área "G"			
2010	Energía	Total	
Unidad	\$	\$	
MES			
Enero	\$ 187.164,26	\$ 187.164,26	
Febrero	\$ 205.738,61	\$ 205.738,61	
Marzo	\$ 242.625,54	\$ 242.625,54	
Abril	\$ 231.173,66	\$ 231.173,66	
Mayo	\$ 223.381,11	\$ 223.381,11	
Junio	\$ 241.394,64	\$ 241.394,64	
Julio	\$ 244.647,29	\$ 244.647,29	
Agosto	\$ 248.896,35	\$ 248.896,35	
Septiembre	\$ 182.344,18	\$ 182.344,18	
Octubre	\$ 228.691,53	\$ 228.691,53	
Noviembre	\$ 232.561,44	\$ 232.561,44	
Diciembre	\$ 256.476,40	\$ 256.476,40	
Total	\$ 2.725.095,01	\$ 2.725.095	
Promedio	\$ 227.091,25	\$ 3.943,35	

Tabla 23. Costo de energía en el molino de cemento, año 2010. Fuente: Autor

Los resultados de la operación, producción, energía y rendimiento en el año 2011 se muestran a continuación en la tabla

Resumen del molino de cemento Área "G"					
2011	Funcionamiento	Producción	Energía	Consumo	Rendimiento
Unidad	Hora	Ton.	Kwh	Kwh / ton	T/h
MES					
Enero	648	39314	1.611.398	40,99	60,67
Febrero	588	34830	1.400.586	40,21	59,23
Marzo	612	35564	1.461.758	41,10	58,11
Abril	599	34344	1.447.409	42,14	57,34
Mayo	648	37928	1.556.387	41,04	58,53
Junio	692	39286	1.628.391	41,45	56,77
Julio	702	39474	1.665.731	42,20	56,23
Agosto	584	33824	1.374.823	40,65	57,92
Septiembre	683	37646	1.622.208	43,09	55,12
Octubre	709	40706	1.689.711	41,51	57,41
Noviembre	560	32550	1.357.480	41,70	58,13
Diciembre	686	37780	1.635.732	43,30	55,07
Total	7711	443.246	18.451.614	499,38	690,53
Promedio	642,58	36.937	1.537.635	41,61	57,54

Tabla 24. Resumen del molino de cemento, año 2011. Fuente: Departamento producción.

Realizado por: Autor

Los resultados de consumo de energía en el año 2011 se muestran a continuación en la tabla.

Costos en el molino de cemento Área "G"			
2011	Energía		Total
Unidad	\$		\$
MES			
Enero	\$	227.592,29	\$ 227.592,29
Febrero	\$	200.978,31	\$ 200.978,31
Marzo	\$	243.915,89	\$ 243.915,89
Abril	\$	221.244,96	\$ 221.244,96
Mayo	\$	249.716,10	\$ 249.716,10
Junio	\$	247.384,83	\$ 247.384,83
Julio	\$	253.918,10	\$ 253.918,10
Agosto	\$	205.317,10	\$ 205.317,10
Septiembre	\$	258.850,32	\$ 258.850,32
Octubre	\$	257.776,28	\$ 257.776,28
Noviembre	\$	223.043,94	\$ 223.043,94
Diciembre	\$	238.544,64	\$ 238.544,64
Total	\$	2.828.282,74	\$ 2.828.282,74
Promedio	\$	235.690,23	\$ 4.095,80

Tabla 25. Costo de energía en el molino de cemento, año 2011. Fuente: Autor

Los resultados de la operación, producción, energía y rendimiento en el año 2011 se muestran a continuación en la tabla.

Resumen del molino de cemento Área "G"					
2012	Funcionamiento	Producción	Energía	Consumo	Rendimiento
Unidad	Hora	Ton.	Kwh	Kwh / ton	T/h
MES					
Enero	600	32770	1.387.729	42,35	54,62
Febrero	579	30615	1.309.239	42,76	52,92
Marzo	668	36950		42,15	55,31
			1.557.555		
Abril	655	35802		43,11	54,66
			1.543.504		
Mayo	710	38405		42,53	54,09
			1.633.405		
Junio	686	36751		42,51	53,57
			1.562.212		
Julio	696	39376		40,59	56,57
			1.598.374		
Agosto	669	38940		39,09	58,21
			1.522.274		
Septiembre	657	41054		37,22	62,49
			1.527.890		
Octubre	609	37709		38,33	61,92
			1.445.564		
Noviembre	681	39508		40,57	58,01
			1.602.684		
Diciembre	668	40349		39,26	60,40
			1.584.139		
Total	7878	448.229	18.274.568	490,48	682,78
Promedio	656,46	37.352		40,87	56,90
			1.522.881		

Tabla 26. Resumen del molino de cemento, año 2012. Fuente: Departamento producción. Realizado por: Autor

Los resultados de consumo de energía en el año 2012 se muestran a continuación en la tabla

Costos en el molino de cemento Área "G"			
2012	Energía		Total
Unidad	\$		\$
MES			
Enero	\$	241.246,73	\$ 241.246,73
Febrero	\$	239.518,20	\$ 239.518,20
Marzo	\$	218.092,62	\$ 218.092,62
Abril	\$	242.291,65	\$ 242.291,65
Mayo	\$	256.979,30	\$ 256.979,30
Junio	\$	248.266,44	\$ 248.266,44
Julio	\$	272.035,34	\$ 272.035,34
Agosto	\$	265.131,01	\$ 265.131,01
Septiembre	\$	250.308,68	\$ 250.308,68
Octubre	\$	191.462,20	\$ 191.462,20
Noviembre	\$	237.873,52	\$ 237.873,52
Diciembre	\$	258.967,42	\$ 258.967,42
Total	\$	2.922.173,11	\$ 2.922.173,11
Promedio	\$	243.514,43	\$ 4.279,81

Tabla 27. Costo de energía en el molino de cemento, año 2012. Fuente: Autor

Los resultados de la operación, producción, energía, residuo y rendimiento en el año 2013 - 2014 se muestran a continuación en la tabla

Resumen del molino de cemento Área "G"						
2013-2014	Functo	Producción	Energía	Residuo	Consumo	Rendimiento
Unidad	Hora	Ton.	Kwh	Galones	Kwh / ton	T/h
MES						
Mayo	645	42429	1.563.927	21.188	36,86	65,78
Junio	641	41597	1.543.643	21.866	37,11	64,89
Julio	606	40693	1.510.991	19.826	37,13	67,15
Agosto	680	45590	1.676.981	22.218	36,78	67,04
Septiembre	543	38277	1.319.939	21.910	34,48	70,49
Octubre	633	43489	1.550.745	30.670	35,66	68,70
Noviembre	602	41939	1.466.069	27.654	34,96	69,67
Diciembre	528	36759	1.313.560	26.798	35,73	69,62
Enero	563	40250	1.435.319	27.807	35,66	71,49
Febrero	532	37119	1.338.792	24.695	36,07	69,77
Marzo	519	35947	1.298.489	24.558	36,12	69,26
Abril	600	40769	1.490.143	26.988	36,55	67,95
Total	7092	484.858	17.508.598	296.178	433,12	821,82
Promedio	591	40.405	1.459.050	24.682	36,09	68,49

Tabla 28. Resumen del molino de cemento, año 2013-2014. Fuente: Departamento producción.

Realizado por: Autor

Los resultados de consumo de energía, residuo, mantenimiento y recurso humano en el año 2013- 2014 se muestran a continuación en la tabla

Costo en el molino de cemento Área "G"					
2013-2014	Residuo	Energía	Mtto	RRHH	Total
Unidad	\$	\$	\$	\$	\$
Mes					
Mayo	\$ 16.950,40	\$ 237.012,53	\$ -	\$ 385,00	\$ 254.347,93
Junio	\$ 17.492,80	\$ 260.487,16	\$ -	\$ 385,00	\$ 278.364,96
Julio	\$ 15.860,80	\$ 259.416,19	\$ -	\$ 385,00	\$ 275.661,99
Agosto	\$ 17.774,40	\$ 266.081,32	\$ -	\$ 385,00	\$ 284.240,72
Septiembre	\$ 17.528,00	\$ 215.137,45	\$ -	\$ 385,00	\$ 233.050,45
Octubre	\$ 24.536,00	\$ 259.793,34	\$ -	\$ 385,00	\$ 284.714,34
Noviembre	\$ 22.123,20	\$ 262.580,11	\$ 4.870,20	\$ 385,00	\$ 289.958,51
Diciembre	\$ 21.438,40	\$ 196.300,60	\$ 89,29	\$ 385,00	\$ 218.213,29
Enero	\$ 22.245,60	\$ 252.594,94		\$ 385,00	\$ 275.225,54
Febrero	\$ 19.756,00	\$ 233.613,37		\$ 385,00	\$ 253.754,37
Marzo	\$ 19.646,40	\$ 244.348,85		\$ 385,00	\$ 264.380,25
Abril	\$ 21.590,40	\$ 258.656,63		\$ 385,00	\$ 280.632,03
Total	\$ 236.942,40	\$ 2.946.022,50	\$ 4.959,49	\$ 4.620,00	\$ 3.192.544,39
Promedio	\$ 19.745,20	\$ 245.501,87	\$ 413,29	\$ 385,00	\$ 3.884,70

Tabla 29. Costo en el molino de cemento, año 2013- 2014. Fuente: Autor

Los resultados generales de la comparación del sistema anterior vs el sistema actual del molino de cemento se muestran a continuación en la tabla

Comparación anual "Sistema anterior y el actual"						
	Functo	Producción	Energía	Residuo	Consumo	Rendimiento
Año	Hora	Ton.	Kwh	Galones	Kwh / ton	T/h
2009	8086	433.554	19.014.672	0	527	54
2010	7722	444.137	18.089.931	0	489	58
2011	7711	443.246	18.451.614	0	499	58
2012	7878	448.229	18.274.568	0	490	57
2013-2014	7092	484.858	17.508.598	296.178	433	68

Tabla 30. Resumen del molino de cemento (Comparación del sistema actual con el sistema anterior). Fuente: Departamento producción. Realizado por: Autor

Los resultados generales de la comparación del sistema anterior con el sistema actual del costo por consumo de energía, residuo, mantenimiento y recurso humano se muestran a continuación:

Comparación anual "sistema anterior y el actual"						
Año	Residuo	Energía	Mtto	RRHH	Total	
	\$	\$	\$	\$	\$	
2009	\$ -	\$ 2.711.648,11	\$ -	\$ -	\$ 2.711.648,11	
2010	\$ -	\$ 2.725.095,01	\$ -	\$ -	\$ 2.725.095,01	
2011	\$ -	\$ 2.828.282,74	\$ -	\$ -	\$ 2.828.282,74	
2012	\$ -	\$ 2.922.173,11	\$ -	\$ -	\$ 2.922.173,11	
2013-2014	\$ 236.942,40	\$ 2.946.022,50	\$ 4.959	\$ 4.620	\$ 3.192.544,39	

Tabla 31. Costo en el molino de cemento (Comparación del sistema anterior con el sistema actual). Fuente: Autor

Los resultados de la comparación del sistema anterior con el sistema actual de la operación se muestran a continuación en la tabla

Comparación de la operación del molino de cemento						
	Funcio	Producción	Energía	Residuo	Consumo	Rendimiento
Suma	31397	1769166	73830785,4	0	2004,94	225
Promedio	7849	442291,5	18457696,4	0	501,235	56
Diferencia	757	42566,498	949097,954	296178	68,1158	12

Tabla 32. Diferencia de los valores de operación. Fuente: Autor

Los resultados de la comparación del sistema anterior con el sistema actual de los costos se muestran a continuación en la tabla

Comparación de los costos del molino de cemento					
Residuo	Energía	Mantenimiento	RRHH	Ingreso	Total
0	11187198,97	0	0	194117495	11187199
0	2796799,742	0	0	48529374	2796799,7
236942,4	149222,7547	4959	4620	8199694	395744,65

Tabla 33. Diferencia de los valores de Costos. Fuente: Autor

Anexo 4. Consumo específico, presupuesto; se encuentra referenciado en el disco; Carpeta de soporte.

CAPITULO V
ANALISIS DE RESULTADOS

CAPITULO 5

5. ANALISIS DE RESULTADOS

5.1. Presentación

En el presente capitulo se muestran los resultados de la investigación teórica y de campo, el cual comprende los resultados, conclusiones y recomendaciones.

La investigación teórica y de campo constituye una herramienta significativa por que a través de la misma se puede tener acceso a la información concernida con los problemas del área de molienda de cemento.

5.2. Tabulación de los Datos.

Después de haber recolectado información en la planta de la Compañía Industrias Guapán, realice la tabulación de los datos y posterior a ello presentando un grafico y su respectivo análisis.

5.3. Análisis de Resultados.

En esta investigación me facilitaron información los colaboradores, del área de producción y de comercialización, los cuales proporcionaron la información requerida para los resultados de los datos.

Para el análisis se realizo un archivo en Microsoft Excel por medio de graficas, de la comparación del sistema actual con el anterior, de las variables que intervienen en el proceso de secado y pre-molienda.

5.4. Comparación anual del sistema anterior y el sistema actual

5.4.1. Operación del molino de cemento.



Gráfico 14. Resultados de la operación en el molino de cemento. Fuente: Autor

Como se puede observar en la gráfica los valores de las horas de funcionamiento del molino de cemento de los cinco años son diferentes, cabe resaltar que existe un promedio de diferencia de los años anteriores con respecto al año base (2013-2014) de 757 horas de funcionamiento el mismo que refleja una optimización de costos para la empresa.

5.4.2. Producción en el molino de cemento

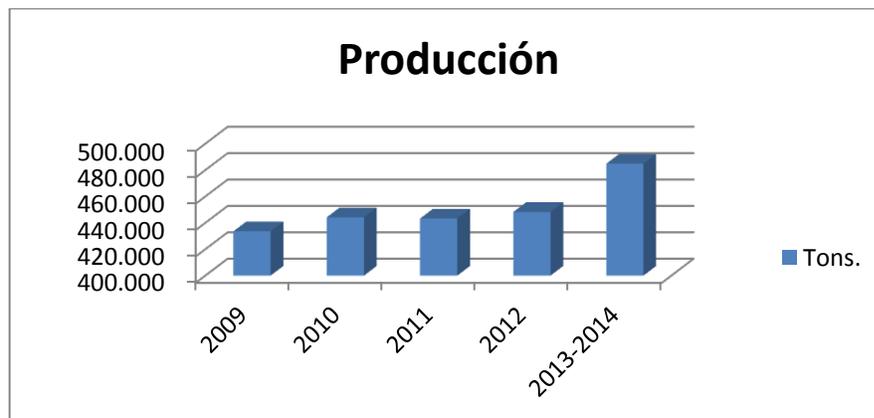


Gráfico 15. Resultados de la producción. Fuente: Autor.

En el siguiente gráfico se presenta los valores de las toneladas producidas en cada año, observando que existe un aumento significativo y destacando que en el último año de producción para nuestro estudio (2013-2014) existe un incremento 42566 toneladas con respecto al promedio de los años anteriores.

5.4.3. Energía utilizada en el molino de cemento

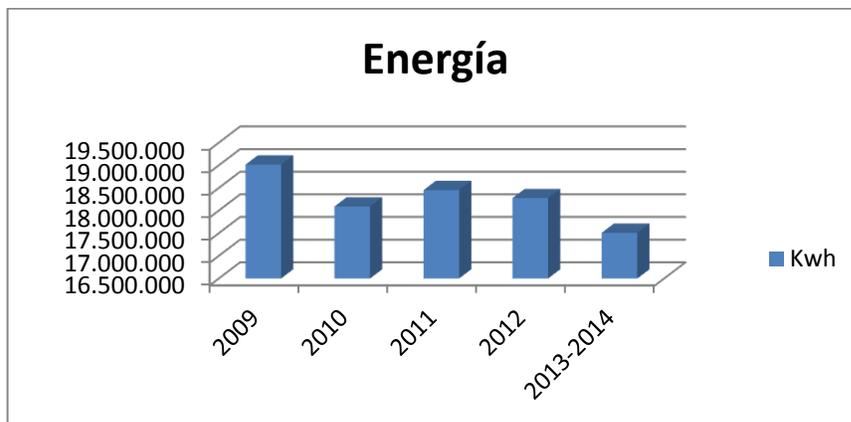


Gráfico 16. Resultado del consumo de energía. Fuente: Autor.

En el siguiente gráfico se presenta los valores de consumo de energía de cada año, enfatizando que existe una considerable optimización del uso de este recurso de 949.097 Kwh. Obteniendo de la diferencia del promedio de los años anteriores con el año base (2013-2014).

5.4.4. Consumo de Kwh/ton en el molino de cemento

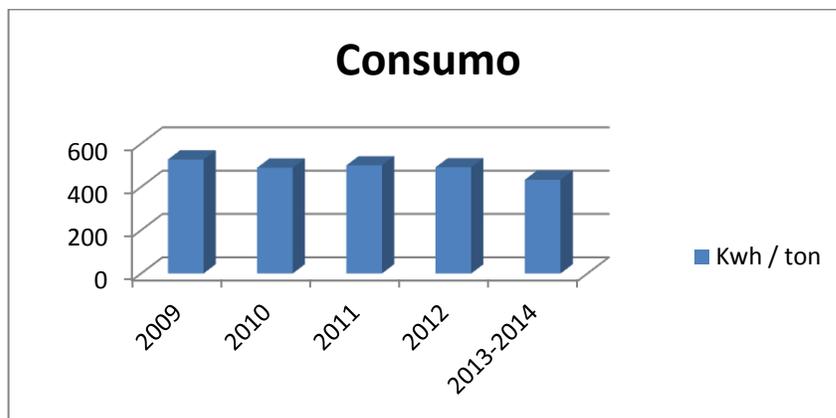


Gráfico 17. Resultado del consumo de Kwh/ton. Fuente: Autor

En el siguiente gráfico se presenta el consumo de Kwh por tonelada de cada año, indicando que existe una reducción del uso del recurso de 68 Kwh / Ton, Obteniendo de la diferencia del promedio de los años anteriores con el año base (2013-2014).

5.4.5. Rendimiento en el molino de cemento

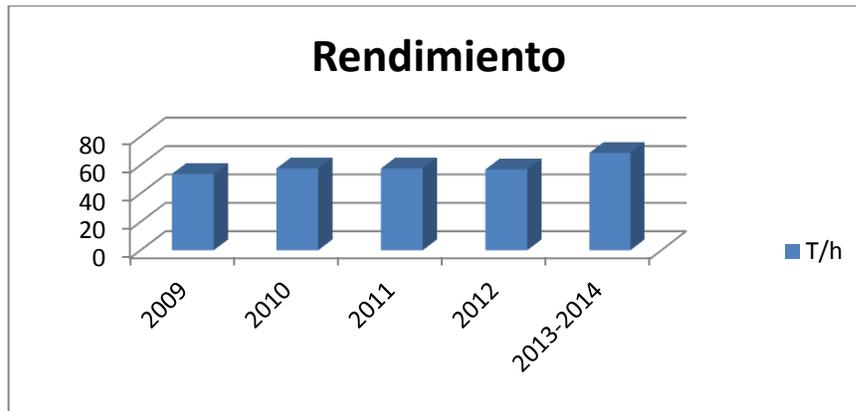


Gráfico 18. Resultado de rendimiento del área. Fuente: Autor.

En el siguiente gráfico se presenta el rendimiento del molino de cemento de cada año, recalando que se aprecia un aumento de 12T/h. Obteniendo de la diferencia del promedio de los años anteriores con el año base (2013-2014). Es indudable obtener este aumento, debido a que hubo un incremento en la producción y una reducción del total de horas de funcionamiento.

5.4.6. Costos de energía en el molino de cemento

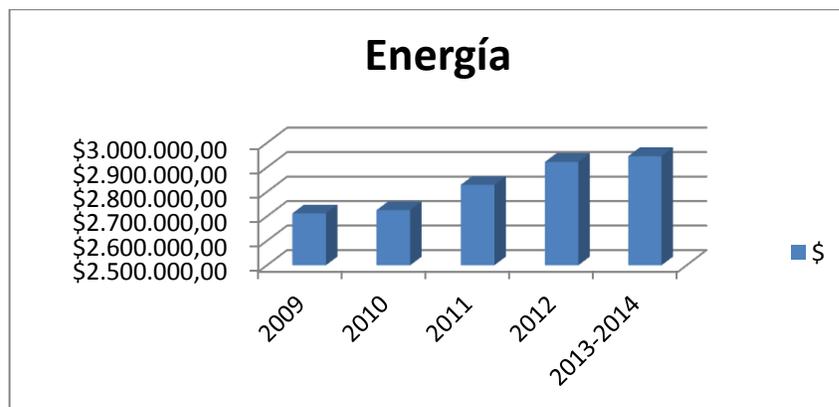


Gráfico 19. Resultados de los costos de energía. Fuente: Autor.

En el siguiente gráfico se presenta el costo de la energía del molino de cemento de cada año, asegurando que se aprecia un incremento de 149.222\$. Obteniendo de la diferencia del promedio de los años anteriores con el año base (2013-2014). Se ha obtenido esta reducción, debido a que en el grafico de energía utilizada ya se evidencio este resultado.

5.4.7. Costo en el molino de cemento

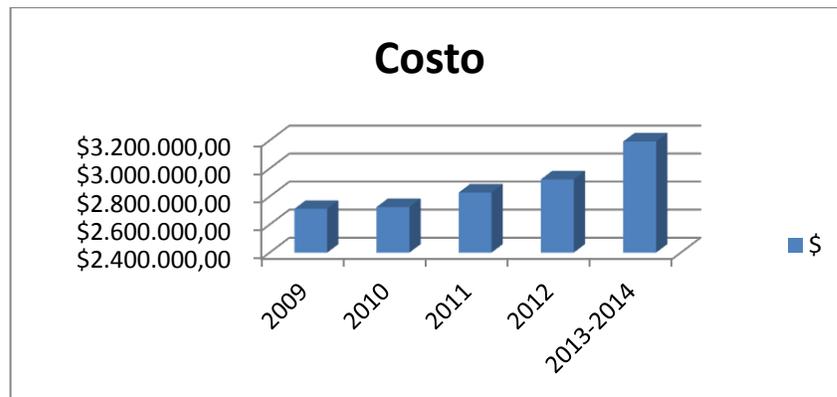


Gráfico 20. Resultados de los costos anuales. Fuente: Autor.

En el siguiente grafico se presenta el costo del molino de cemento de cada año; de los rubros que se detallan a continuación: 2009, 2010, 2011, 2012, energía; 2013-2014, energía, residuo industrial, mantenimiento del área: (materiales/repuestos) y RRHH: ayudante de la pre-molienda afirmando que se presenta un incremento de 395.745\$ en el costo, el resultado hemos obteniendo de la diferencia del promedio de los años anteriores con el año base (2013-2014), es lógico obtener este incremento, debido a que existe nuevos gastos que debemos cubrir tales como: residuo industrial, ayudante de la pre-molienda y materiales/repuestos. Los mismos que son consolados con el incremento de producción del año base.

5.4.8. Ingreso Total de la empresa

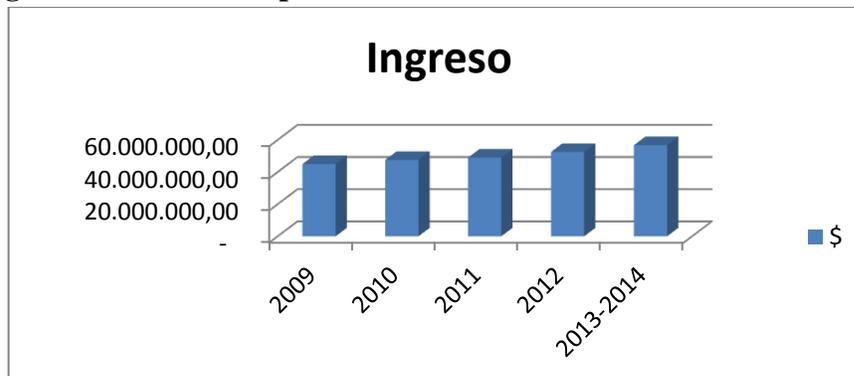


Gráfico 21. Resultado de los ingresos anuales. Fuente: Autor

En el siguiente gráfico se presenta el ingreso total por ventas: despacho a sacos y a granel de la planta industrial de cada año; garantizando que se presenta un incremento de 8.199.693\$ en el ingreso por ventas. Obteniendo la diferencia del promedio de los años anteriores con el año base (2013-2014), resaltando existe un incremento en la producción.

5.5. Análisis de las variables que intervienen en el proceso de molienda, secado y pre-molienda

5.5.1. Pre-molienda – Granulometría

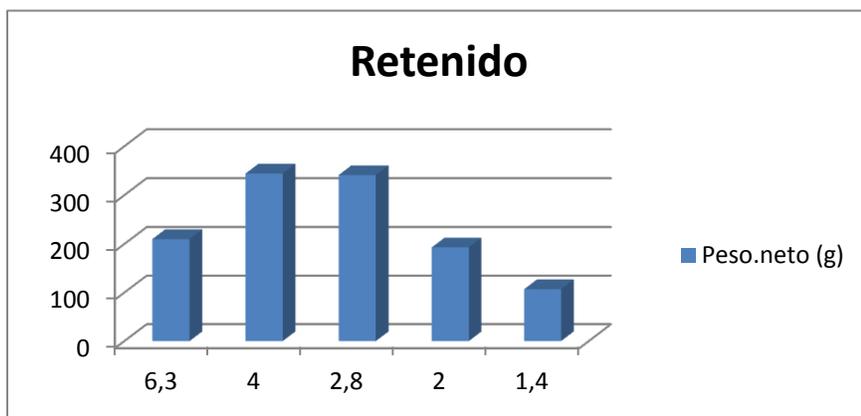


Gráfico 22. Porcentaje retenidos. Fuente: Autor.

En el gráfico se presenta la cantidad retenida en los tamices que se detalla a continuación: 6,3- 4- 2,8- 2 y 1,4mm.

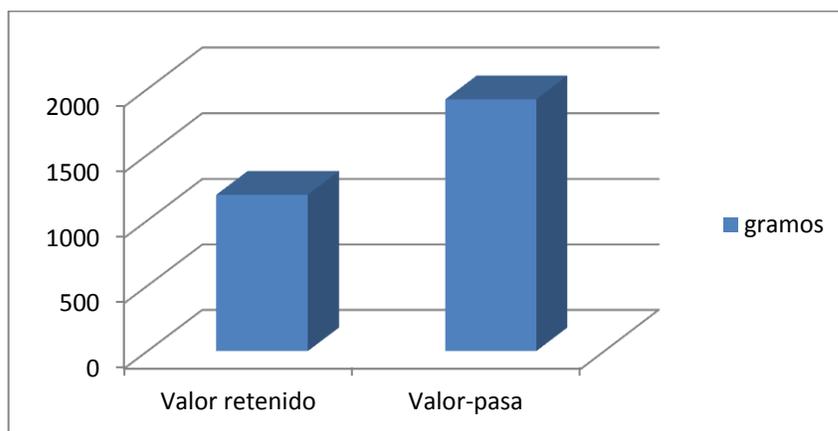


Gráfico 23. Valores totales de la cantidad que pasa y del retenido. Fuente: Autor.

En el siguiente gráfico se presenta los valores retenidos y los valores que atraviesan; indicando al respecto que al valor retenido le corresponde el 32% (1195g) y al valor que atraviesa le corresponde el 62% (1921g) de el 100% (3116g).

5.5.2. Secador - Humedad de la puzolana

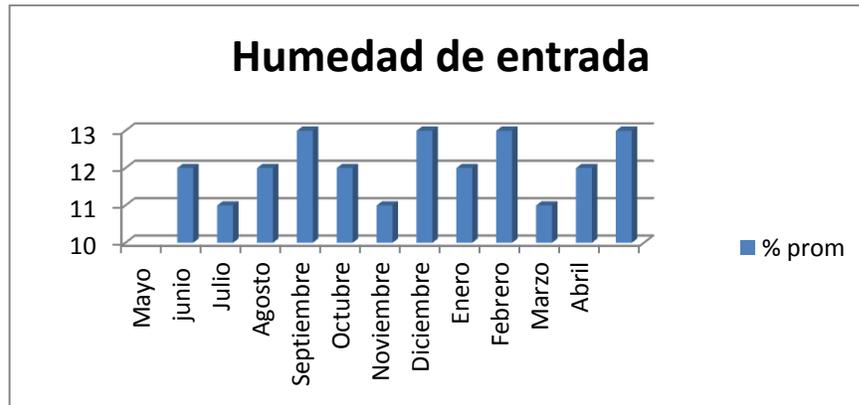


Gráfico 24. Humedad de entrada. Fuente: Autor.

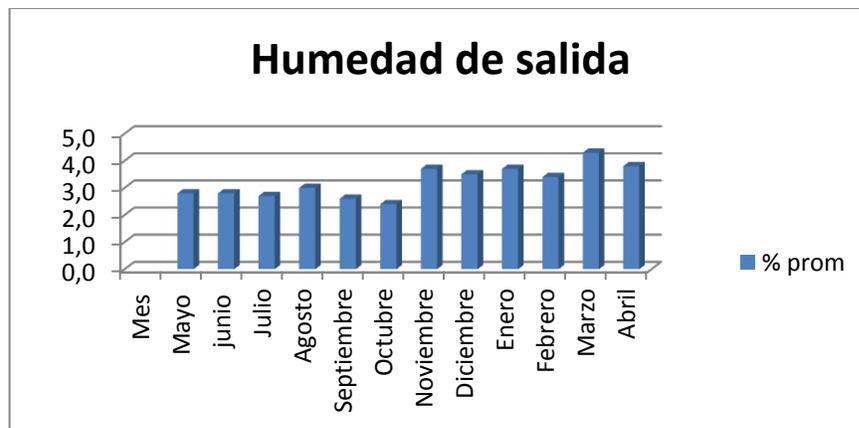


Gráfico 25. Humedad de salida. Fuente: Autor.

En los gráficos se presenta los valores de las humedades de entrada y salida de la puzolana; resaltando que el promedio de la humedad de entrada es 12% y de la humedad de salida es de 3%.

5.5.3. Molino de cemento - Consumo de Acero - Cámara I

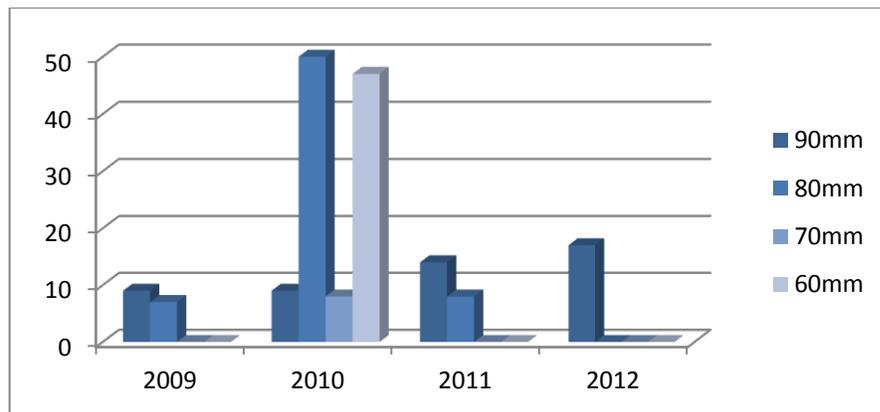


Gráfico 26. Consumo de acero. Fuente: Autor.

En el gráfico se presenta los valores de consumo de acero de la primera cámara del molino de cemento, utilizada cada año con los siguientes diámetros: 90mm, 80mm, 70mm y 60mm.

5.5.4. Molino de cemento - Consumo de Acero - Cámara II

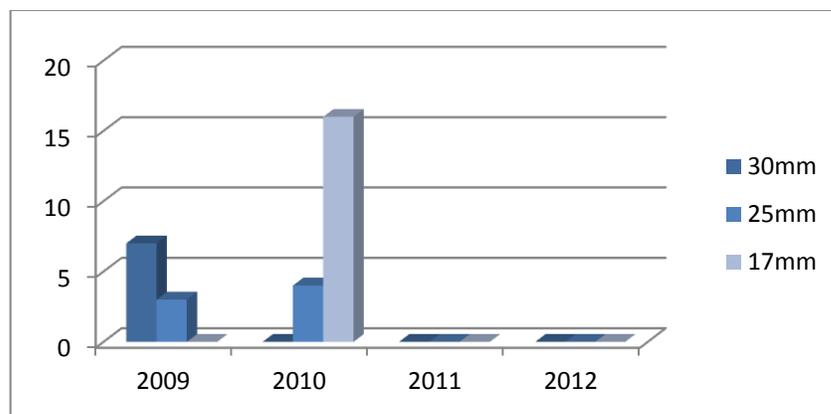


Gráfico 27. Consumo de acero. Fuente: Autor.

En el gráfico se presenta los valores de consumo de acero de la segunda cámara del molino de cemento, utilizada cada año con los siguientes diámetros: 30mm, 25mm, y 17mm.

Luego de la implementación:

5.5.5. Molino de cemento - Consumo del Acero - Cámara I

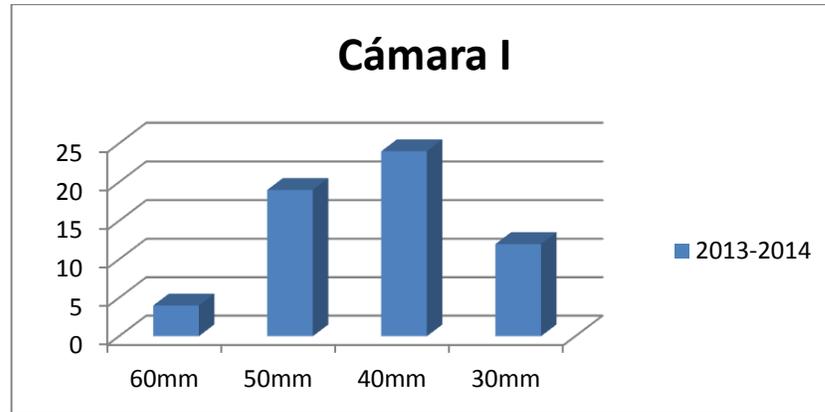


Gráfico 28. Consumo de acero. Fuente: Autor.

En el gráfico se presenta los valores de consumo de acero de la primera cámara del molino de cemento luego de que se implemento la pre-molienda, destacando que existe una reducción del diámetro de la bola de acero de 30mm con respecto al diámetro de la bola de acero que se colocaba en el molino en los años anteriores. Recalcando que existe optimización en este rubro.

5.5.6. Molino de cemento – Consumo del Acero – Cámara II

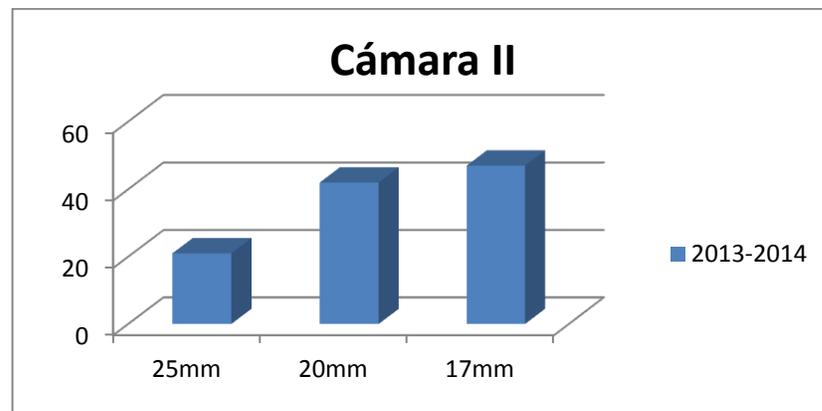


Gráfico 29. Consumo de acero. Fuente: Autor.

En el gráfico se presenta los valores de consumo de acero de la segunda cámara del molino de cemento luego de que se implemento la pre-molienda, señalando que existe una reducción del diámetro de la bola de acero de 3mm con respecto al diámetro de las

bolas de acero que se colocaba en los años anteriores. Reiterando que existe una optimización en este rubro.

Finalmente aparecen escrito en este capítulo las conclusiones y recomendaciones del diagnóstico producto del análisis.

5.6. Conclusiones

Una vez realizado el análisis de los resultados se formulan las siguientes conclusiones:

- Concluyo que existe un incremento de producción de 42566 ton/año, un incremento en los gastos del área G de 395.745 \$/año y una reducción de 757 horas/año, de funcionamiento del molino de cemento. Por lo que se puede resaltar que la implementación del secador y la pre-molienda en el área es de gran beneficio para la empresa. \$ 4.239.312
- Se comprobó que no se cumple el valor establecido de 1,98 galones/ton secada, propuesto por los compañeros de Mole motor; indicando que actualmente superamos con 1,2 galones/ton secada del valor establecido.
- Se comprobó que existe una reducción de 949.098 Kwh/año de energía, destacando que esta reducción conlleva a que el molino no opere 757 horas/año.
- Concluyo que existe un incremento en el rendimiento del 12 ton/h en el año, a partir de la implementación de la pre-molienda y del secador.
- La pre-molienda se ve reflejado a las bolas de acero
- La adición de puzolana en mayor cantidad permite importantes reducciones de clinker en la mezcla para la obtención de cemento; lo que se ve reflejado en la reducción de costos de producción.
- Concluyo que en las muestras tomadas el 95% de la granulometría cumple el objetivo de la pre-molienda.
- Que los parámetros para obtener la puzolana seca al 4 % debe ser los siguientes: la temperatura de salida de la puzolana debe oscilar los entre los siguientes rangos 50 a 530C, temperatura de combustión interna de 5700C a 6000C y la abertura de la válvula de aire de 20% a 30 %.
- El ahorro de energía hoy en día, es primordial para todo ser humano, ya que la reducción del consumo produce efectos beneficiosos a todos los niveles, como: reducción de emisiones de gases de anhídrido carbónico a la atmósfera (CO₂), con lo que resguardamos el ecosistema.

5.7. Recomendaciones.

Después de haber realizado la observación directa y analizado las variables, se recomienda lo siguiente:

- Realizar un cronograma de mantenimiento preventivo del circuito de abastecimiento de residuo industrial al secador, debido a que existe desperdicio del mismo.
- Independizar las bandas de acceso de los aditivos: puzolana, yeso debido a que la puzolana y yeso presentan humedad, razón por la que existe obstrucción en las cribas de la pre-molienda.
- Diseñar una ventana de revisión para controlar y evitar las obstrucciones del mix en las cribas de la pre-molienda.
- A través del departamento de calidad se realice un ensayo físico para determinar la granulometría del mix y de esta manera se tome la decisión de cambiar los martillos del MAG IMPACT.
- Para controlar el consumo de residuo industrial propongo solicitar al inspector de calidad que determine dos veces por día el porcentaje de secado de puzolana y posterior a ello de parte al operador de turno del molino de cemento.

5.8. Bibliografía.

- Clad. (1991). *El mejoramiento de la productividad en el sector público*. Revista Clad, p.18.
- Andrade, S. (2005). *Diccionario de economía*. Andrade.
- Besterfield, D. (1995). *Control de la calidad*. México: Cuarta.
- Chavenatto, A. (s.f.). *Proceso administrativo*. Colombia: Makron Books Do Brasil LTDA.
- Colunga, D. (1995). *La calidad en el servicio*. México: Panorama.
- Covey, S. (1989). *Los siete hábitos de las personas altamente efectivas*. Barcelona: Paidós.
- Crosby, P. (1988). *La organización permanece exitosa*. México: McGraw-wil.
- Dale, B. (1995). *Control de calidad*. México: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Deming, E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad a la salida de la crisis*. Madrid: Díaz de Santos.
- Fritz, D. (1986). *Productividad del personal*. Oficina y tecnología, 19.
- García, J. (2001). *Administración y Dirección*. España: Interamericana de España S.A.
- Gutiérrez, A. (1995). *Administración y Calidad*. México: Limusa Noriega.
- Hamilton, A. (1977). *Como aumentar la productividad*.
- Heinz, W. (2004). *Administración*. Una perspectiva global. Interamericana: 12a Edición.
- Hill, M. G. (2004). *Introducción a la teoría general de la administración*. Interamericana.
- Juran, J. (1990). *Planificación de la calidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- Kaoru, I. (1986). *Que es control total de la calidad*. Colombia: Normal.
- Koontz, H. (2004). *Administración*. Una perspectiva Global. Interamericana: 12a.
- Martínez, M. (2003). *El concepto de productividad en el análisis Económico*. México.
- Memorias del Simposio de Bienestar Social Laboral. . (1993). *Talento Humano y gestión pública*. Santafé de Bogotá: DAFP.

- Mertens, L. (2008). *La medición de la productividad como referente ente de la formación - capacitación*. Montevideo.
- Mlorenzi, J. (1997). *Calidad y competitividad*. España.
- Núñez, M. (2007). *Gestión de la productividad*. Venezuela .
- Oliveria Da Silva, R. (2002). *Teorías de la administración*. International Thomson .
- Pearson, M. (2005). *Administración*. Octava .
- Perez, V. (2002). *Apuntes de principios y modelos de calidad*.
- Ragnar, F. (1963). *Las leyes técnicas y económicas de la producción*.
- Roger, S. (1989). *Administración de operaciones*.
- Seat S.A. (2006). *Ministerio de trabajo y asuntos sociales*. España: BOE.
- Siliceo, A. (1995). *Liderazgo para la productividad*. México.
- Toro, A. (1990). *Desempeño y productividad*.
- Z, K. (2004). *Planificación y control de la producción pública*. lito formas .

ANEXOS