



**ESTUDIO DEL IMPACTO GENERADO SOBRE LA CADENA DE VALOR A PARTIR DEL
DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO
EN LA CANTERA SALITRE BLANCO DE AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.**

FABIAN BASABE DIAZ

MANUELA BEJARANO GARCÍA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE PROCESOS PRODUCTIVOS

BOGOTÁ

2009



**ESTUDIO DEL IMPACTO GENERADO SOBRE LA CADENA DE VALOR A PARTIR DEL
DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO
EN LA CANTERA SALITRE BLANCO DE AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.**

FABIAN BASABE DIAZ
MANUELA BEJARANO GARCÍA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

DIRECTOR
RAMÓN ALBERTO MANTILLA PABÓN
INGENIERO INDUSTRIAL

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE PROCESOS PRODUCTIVOS

BOGOTÁ

2009



A DIOS POR GUIARNOS Y ACOMPAÑARNOS DURANTE
TODOS ESTOS AÑOS, A GRUPO AGUILAR POR SU APOYO
INCONDICIONAL Y A NUESTRAS FAMILIAS, AMIGOS Y
PROFESORES QUIENES HICIERON PARTE FUNDAMENTAL EN EL
DESARROLLO DE ESTE TRABAJO DE GRADO



TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE ILUSTRACIONES	9
LISTA DE ANEXOS	10
1. INTRODUCCIÓN	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	15
4. OBJETIVOS	18
4.1 OBJETIVO GENERAL	18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
4.3 ALCANCE	19
5. MARCO CONCEPTUAL	19
5.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	19
5.2 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS	20
5.3 ANÁLISIS DE LA CULTURA ORGANIZACIONAL Y DEL SECTOR.....	22
5.3.1 Descripción Del Sector De La Construcción.....	22
5.3.2 Principales Regímenes Legales	25
1.1.1 Competencia Directa	29
1.2 LA ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA ABASTECIMIENTO.....	32
1.2.1 Importancia De La Administración De La Cadena De Abastecimiento	33
1.2.2 Beneficios De La Administración De La Cadena De Abastecimiento.....	33
1.3 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO	34
1.4 ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO	37
1.5 HERRAMIENTAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO.....	40
1.5.1 Índice ICGM	40
1.1.1 Inventario Jerarquizado En Mantenimiento	41
1.1.2 Costo Mínimo De Mantenimiento	42



1.1.1	Mantenibilidad y fiabilidad de los equipos	43
1.1.2	Plan de contingencia.....	45
1.1.3	Costos y presupuesto para el mantenimiento.	46
6.	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE LA CANTERA SALITRE BLANCO.	48
6.1	MISIÓN.....	48
6.2	VISIÓN.....	48
6.3	PRINCIPIOS Y VALORES.....	49
6.4	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO INCLUYENDO MÁQUINAS Y EQUIPOS QUE INTERVIENEN.....	49
6.5	ESPECIFICACIÓN DE PRODUCTOS.....	52
6.6	DIAGRAMAS DE PROCESOS.....	53
a.	Diagrama de operaciones.....	53
b.	Diagrama Hombre-máquina.....	54
c.	Diagrama de frecuencias.....	55
d.	Diagrama de recorrido.....	55
e.	Diagrama de máquinas.....	55
7.	LA CADENA DE VALOR DE LA CANTERA SALITRE BLANCO.....	55
7.1	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE LA CADENA DE VALOR.....	55
7.2	CADENA DE VALOR DETALLADA.....	58
7.4	TIEMPOS Y COSTOS DE MANTENIMIENTO ASOCIADOS A LA CADENA DE VALOR.....	61
8.	IDENTIFICACIÓN DE MAQUINARIA PRIORITARIA.	67
8.1	INVENTÁRIOS JERARQUIZADOS POR RECURSOS.....	67
8.2	ÍNDICE ICGM.....	69
8.3	MÁQUINAS PRIORITARIAS.....	71
9.	PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO DE COMPAÑÍAS DEL SECTOR.	71
10.	LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO ACTUAL EN LA CANTERA.	72
11.	PLANTEAMIENTO DE OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	74
11.1	OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	75



11.2	ELECCIÓN DE OPORTUNIDAD DE MEJORA A IMPLEMENTAR.....	76
12.	PROPUESTA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	77
12.1	NOMBRE DEL PLAN.....	77
12.2	OBJETIVOS DEL PLAN.....	77
12.3	PLANES DE ACCIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO... 78	
12.4	PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	83
13.	INDICADORES PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO.	86
13.1	INDICADORES DE MANTENIMIENTO GENERALES.	86
13.2	INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO POR MÁQUINA.	89
14.	ANÁLISIS DE IMPACTO EN LA CADENA DE VALOR POR IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA	92
15.	AJUSTES PARA POLÍTICAS ACTUALES DE MANTENIMIENTO DE LA COMPAÑÍA.....	101
15.1	POLÍTICAS GENERALES DE MANTENIMIENTO	102
15.2	POLÍTICAS DE REACCIÓN	104
16.	ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PROPUESTA	105
16.1	RECURSOS EMPLEADOS PARA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN.	105
17.	CONCLUSIONES.....	117
18.	RECOMENDACIONES	120
19.	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	121
20.	BIBLIOGRAFÍA	125



LISTA DE TABLAS

Tabla 1 : Recurrencia de mantenimiento de maquinaria.....	17
Tabla 2: Marco legal minero y ambiental.....	29
Tabla 3: Cálculo de factores de índice ICGM.....	40
Tabla 4: Los criterios para la elaboración del código de máquina. para la elaboración del código de trabajo.....	44
Tabla 5: Los criterios	
Tabla 6: Criterios entre Mantenibilidad y fiabilidad.....	45
Tabla 7: Volumen de productos producidos.....	53
Tabla 8: Relación de diagramas.....	53
Tabla 9: Tiempos estándar del proceso.....	61
Tabla 10: Costos de Mano de Obra.....	64
Tabla 11: Costo alquiler equipos.....	65
Tabla 12: Costo mantenimiento maquinaria.....	65
Tabla 13: Costo producción.....	66
Tabla 14: Costo de reproceso.....	66
Tabla 15: Costo de inventarios.....	66
Tabla 16: Resumen de resultados maquinaria prioritaria.....	68
Tabla 17: Maquinaria Prioritaria.....	69
Tabla 18: Resultados código máquina.....	70
Tabla 19: Resultados Código de trabajo.....	70
Tabla 20: Resultados factor máquina y factor trabajo.....	70
Tabla 21: Resultados índice ICGM.....	70
Tabla 22: Costo/beneficio de las oportunidades de mejora.....	76
Tabla 23: Aspectos generales a inspeccionar en máquinas.....	80
Tabla 24: Aspectos para inspeccionar en mecanismos.....	81
Tabla 25: Estrategias de mantenimiento por grupo de máquinas.....	85
Tabla 26: Comparación de indicadores.....	87
Tabla 27: Disponibilidad de equipos.....	89
Tabla 28: Gastos de MO.....	90
Tabla 29: Proporción de tipo de mantenimiento.....	90
Tabla 30: Impacto de mantenimiento.....	90
Tabla 31: Incidencia de Máquina.....	91
Tabla 32: Accuracy Inventory.....	91
Tabla 33: Total Back log.....	91
Tabla 34: Impacto en Ingresos (facturación).....	91
Tabla 35: Explicación diagrama de interrelaciones.....	92
Tabla 36: Resultados calificación de diagrama de interrelaciones.....	93
Tabla 37: Análisis de cargas de trabajo, situación actual.....	97



Tabla 38: Análisis de cargas de trabajo, situación propuesta.....	97
Tabla 39: Ahorros en tiempos de mantenimiento.....	98
Tabla 40: Volúmenes de producción.....	99
Tabla 41: Beneficio en ventas.....	100
Tabla 42: Ahorros en costos Mano de Obra, Maquinaria y Mantenimiento.....	100
Tabla 43: Ahorros en costos Producción, Inventarios, Reproceso.....	101
Tabla 44: Costos de levantamiento de información.....	106
Tabla 45: Costos de Diagnósticos, registro y análisis de información.....	106
Tabla 46: Costos de fase de validación.....	107
Tabla 47: Estructura salarial de personal informado.....	107
Tabla 48: Costos de implementación.....	108
Tabla 49: Costo de fase de evaluación y retroalimentación.....	108
Tabla 50: Datos de evaluación financiera.....	109
Tabla 51: Pago Vs Periodo de financiación escenario 1.....	109
Tabla 52: Resultados financieros de propuesta escenario 1.....	109
Tabla 53: Pago Vs Periodo de financiación Escenario 2.....	111
Tabla 54: Resultados financieros de propuesta escenario 2.....	111
Tabla 55: Pago Vs Periodo de financiación Escenario 3.....	112
Tabla 56: Resultados financieros de propuesta escenario 3.....	113
Tabla 57: Costos de tiempo de paro.....	114
Tabla 58: Costo total de conservación.....	115
Tabla 59: Nivel de conservación.....	115



LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Uso de productos.....	21
Ilustración 2: Agregados pétreos.....	21
Ilustración 3: PIB Minero.....	23
Ilustración 4: Etapas y fases de un proyecto geológico minero.....	29
Ilustración 5: Histograma de distribución de recursos.....	42
Ilustración 6: Costo fijo de mantenimiento.....	43
Ilustración 7: Cadena de valor detallada Grupo Aguilar.....	58
Ilustración 8: Ciclo productivo general Grupo Aguilar.....	60
Ilustración 9: Proceso mantenimiento preventivo actual.....	73
Ilustración 10: Proceso de mantenimiento correctivo actual.....	74
Ilustración 11: Gráfico de Radar – indicadores porcentuales.....	87
Ilustración 12: Total back log.....	88
Ilustración 13: Gastos MO.....	88
Ilustración 14: Flujo de actividades del proceso productivo.....	94
Ilustración 15: Balanza de ventajas y desventajas.....	96
Ilustración 16: Primer escenario flujo de caja 12 meses.....	110
Ilustración 17: Primer escenario flujo de caja 36 meses.....	110
Ilustración 18: Primer escenario flujo de caja 36 meses.....	110
Ilustración 19: Segundo escenario flujo de caja 12 meses.....	112
Ilustración 20: Segundo escenario flujo de caja 36 meses.....	112
Ilustración 21: Segundo escenario flujo de caja 60 meses.....	112
Ilustración 22: Tercer escenario flujo de caja 12 meses.....	113
Ilustración 23: Tercer escenario flujo de caja 36 meses.....	113
Ilustración 24: Tercer escenario flujo de caja 60 meses.....	114
Ilustración 25: Costo Mínimo de mantenimiento.....	115



LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: ANÁLISIS DE COSTOS DE LA CANTERA.....	130
Anexo 2: IMPORTANCIA DE CLIENTES.....	140
Anexo 3: RENTABILIDAD DE LA CANTERA.....	142
Anexo 4: FORMATO DE ENCUESTA LOGISTICA.....	143
Anexo 5: TABLAS Y LAS GRÁFICAS DE PORCENTAJES DE TIEMPO DISPONIBLE VS. TIEMPO TALLER.....	145
Anexo 6: ESTRUCTURA DE PLANES DE MANTENIMIENTO PROPUESTA.....	151
Anexo 7: DIAGRAMA DE OPERACIONES.....	152
Anexo 8: DIAGRAMA DE FLUJO.....	153
Anexo 9: DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA.....	154
Anexo 10: DIAGRAMA DE CUADRILLA.....	160
Anexo 11: DIAGRAMA DE RELACIONES.....	164
Anexo 12: DIAGRAMA DE FRECUENCIAS.....	165
Anexo 13: TABLA DE FRECUENCIAS.....	166
Anexo 14: DIAGRAMA DE RECORRIDO.....	167
Anexo 15: DIAGRAMA DE MÁQUINAS.....	168
Anexo 16: EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE MANTENIMIENTO.....	169
Anexo 17: GRÁFICO DE LA CADENA DE VALOR.....	170
Anexo 18: FLUJOS DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	172
Anexo 19: ORGANIGRAMA.....	175
Anexo 20: SOFTWARE DE SIMULACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN.....	176
Anexo 21: TIEMPOS DE MAQUINARIA EN TALLER.....	179
Anexo 22: COSTOS DEL MANTENIMIENTO.....	180
Anexo 23: INVENTÁRIOS JERARQUIZADOS POR RECURSOS.....	188
Anexo 24: MATRIZ DE CRITICIDAD DE MAQUINARIAS.....	196
Anexo 25: ÍNDICE ICGM.....	198
Anexo 26: TABLA DE INDICADORES – BENCHMARKING.....	204
Anexo 27: OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	205
Anexo 28: LISTA DE CHEQUEO – GENERAL PARA MAQUINARIA.....	213
Anexo 29: LISTA DE CHEQUEO - PARTES MECÁNICAS.....	215
Anexo 30: LISTAS DE CHEQUEO DE MAQUINAS PRIORITARIAS.....	217
Anexo 31: FORMATO DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO.....	232
Anexo 32: FICHA TÉCNICA DE MÁQUINAS PRIORITARIAS.....	233
Anexo 33: FORMATO AMEF.....	245
Anexo 34: PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO (CRONOGRAMAS).....	246
Anexo 35: INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	256
Anexo 36: CARGAS DE TRABAJO.....	260



ANEXO 37: TPM – MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	267
Anexo 38: RECOMENDACIONES PARA LA ADOPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE CAMBIO CULTURAL PLANTEADA.	270
Anexo 39: INDICADORES PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO	272



1. INTRODUCCIÓN

La logística es definida como “Las siete R’s de la logística se definen como asegurar la disponibilidad de producto correcto, en las cantidades correctas, en las condiciones adecuadas en el lugar y tiempo adecuado para el cliente seleccionado con el costo adecuado.”¹ En ese orden de ideas, la logística se encarga de volver disponibles los productos al mercado, direccionando y gestionando los procesos de la cadena de abastecimiento para que se cumplan con las condiciones descritas en su propia definición. La logística se encarga de brindar soluciones a los problemas que se presentan en la distribución de los productos ofrecidos por la compañía, como gestionar los recursos de entrada a los procesos para que sean transformados, haciendo disponibles las materias primas, suministros, maquinarias, entre otros, a través de los eslabones de la cadena de suministro. “La cadena de suministros (SC, por sus siglas en inglés) abarca todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes, desde la etapa de materia prima (extracción) hasta el usuario final, así como los flujos de información relacionados. Los materiales y la información fluyen ascendente y descendente en la cadena de suministros”²

En síntesis, la logística se encarga de generar valor a todos los stakeholders de la cadena de suministros, gestionando los recursos disponibles, reduciendo tiempos y costos, para que se generen beneficios transferibles a los clientes, tanto internos como externos. “Una buena dirección logística visualiza cada actividad en la cadena de suministros como una contribución al proceso de añadir valor.”³ El proceso de añadir valor es, por lo tanto, un factor relevante de las compañías exitosas, siendo el aspecto diferenciador que impulsa a los clientes a preferir sus productos, bienes o servicios, de los demás ofrecidos en el mercado. Dependerá de la buena integración entre la producción, ofreciendo procesos productivos efectivos, y la logística, administrando y gestionando la cadena de valor, el éxito organizacional que se evidencia a través de los resultados obtenidos en el tiempo.

Finalmente estudiar las actividades que están involucradas directamente con la gestión de la cadena de valor de la Cantera Salitre Blanco mediante la identificación de aquellos factores que generen estrategias de mejoramiento continuo de los procesos productivos permite la generación de valor agregado para grupo Aguilar. Para este fin se toma como punto de referencia el incremento de actividades de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada utilizada en la extracción y explotación de piedra caliza de la cantera, además de la corrección de los cronogramas y planes de mantenimiento correctivo y contingente ya existentes.

¹ GARLAND CHOW, Trevor D. HEAVER AND LENNART E. Henriksson. Logistics Performance: Definition and Measurement. En: Emerald Journal , <[https://bases.javeriana.edu.co/f5-w-687474703a2f2f77772e656d6572616c64696e73696768742e636f6d\\$\\$/Insight/viewPDF.jsp?Filename=html/Output/Published/EmeraldFullTextArticle/Pdf/0050240103.pdf](https://bases.javeriana.edu.co/f5-w-687474703a2f2f77772e656d6572616c64696e73696768742e636f6d$$/Insight/viewPDF.jsp?Filename=html/Output/Published/EmeraldFullTextArticle/Pdf/0050240103.pdf)> [citado en 18 de octubre de 2008]

² BALLOU, Ronald H. Logística de los negocios y la de suministros: Un tema vital. *Logística: Administración de la cadena de suministro*, Ciudad de México: Pearson Educación, 2004 p.5

³ *Ibid.* p. 13.



2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, diagnosticar el desarrollo de las funciones logísticas en una compañía mediante la aplicación de una encuesta logística, en este caso a Grupo Aguilar, permite hacer una descripción de la situación actual de la empresa e identificar varias oportunidades de mejora importantes sobre las que se puede trabajar para garantizar el incremento en la productividad de todos los procesos de la organización. Así, una encuesta de diagnóstico logístico es una herramienta útil que evalúa ciertos criterios que son considerados claves o importantes. Los criterios utilizados van enfocados hacia el conocimiento de las operaciones o proceso de manufactura de los productos; el manejo del aprovisionamiento de materias primas e insumos; la distribución de los productos finales a cada uno de los eslabones de la cadena de distribución; el servicio que se ofrece a los clientes finales y la capacidad para satisfacer sus necesidades; la administración de la logística como área funcional de la compañía y su interacción con otras áreas; el manejo de la cadena de suministros y las relaciones que lleva la compañía con los diversos proveedores; la tecnología que utiliza en sus procesos, principalmente enfocados a los procesos logísticos; y la manera como maneja sus relaciones con los competidores del sector. De la misma forma fue utilizada la técnica de Pareto para analizar los siguientes aspectos: a) Financieros, identificando así los costos que tienen mayor peso dentro del costo total de la operación de la Cantera⁴. b) Importancia de clientes, reconocimiento de los clientes de mayor importancia para la compañía por los volúmenes de compra⁵. c) Rentabilidad, los productos que generan mayor rentabilidad.⁶

A continuación se muestra la situación actual de la compañía, de acuerdo, a los resultados obtenidos en la encuesta⁷:

- De todos los procesos que lleva a cabo Grupo Aguilar, sólo se encuentran documentados las operaciones llevadas a cabo en la cantera Salitre Blanco donde se realiza la extracción y explotación de la piedra para la obtención de los materiales de construcción. Por esta razón, no se tienen identificados cuellos de botella para las actividades diferentes a la de la extracción. Se tiene conocimiento de 2 cuellos de botella en los procesos de: Repicado con martillo y Tolve y criba de base. Debido a la falta de documentación de los procesos no se realiza benchmarking con las demás empresas del sector de una manera rigurosa. Sin embargo, el sector de la construcción está compuesto por un número reducido de industrias, por lo tanto se generan espacios en los que se pueden compartir hallazgos y vivencias de cada compañía, proporcionando una retroalimentación colectiva de los procesos.
- La planeación de la producción se hace de acuerdo a los contratos que tiene la compañía con sus clientes y, debido a que estos contratos son fijos y a largo plazo, no se hace difícil hacer una planificación de las cantidades a producir y las respectivas fechas de entrega. Es importante resaltar que el proceso de la cantera es un proceso continuo. Durante el proceso de planificación de la producción se ha hecho necesario para Grupo Aguilar

⁴ ANEXO 1: Análisis de costos de la cantera.

⁵ ANEXO 2: Importancia de clientes

⁶ ANEXO 3: Rentabilidad de La Cantera

⁷ ANEXO 4: Formato de encuesta practicada para el diagnóstico a Grupo Aguilar.



manejar un sistema de gestión de la calidad a través de laboratorios especializados para realizar pruebas de materias primas a utilizar y de productos terminados.

- La calidad del producto terminado la determinan las condiciones geológicas del lugar de extracción. La Cantera Salitre Blanco cuenta con esas características geológicas en sus suelos que cumplen con las especificaciones exigidas por los clientes. Las especificaciones técnicas aplicables a los productos las fijan las normas técnicas del IDU INVIAS e INCO, y dependiendo de las características del contrato adquirido aplican las normas. Por consiguiente, las empresas del sector deben ajustar sus productos a los parámetros que apliquen para cada caso.
- El sistema de distribución depende de las condiciones fijadas en el contrato de venta y se presenta en dos modalidades: en la primera el cliente se hace responsable por el transporte de los productos desde que se despachan en la cantera, y en la segunda grupo Aguilar se encarga de transportar los productos. Las cantidades a distribuir dependen de los pedidos, no se realizan pronósticos para planear la producción de la cantera.
- El manejo de los inventarios y de las necesidades de compra de insumos y materias primas se hace a través de un sistema de Información llamado I-construye. Este tipo de software está creado específicamente para empresas vinculadas al sector de la construcción y les permite tener contacto directo con varios proveedores que también hacen parte del sistema. I-construye cuenta con módulos de inventarios manejados a través de tantas bodegas y centro de gestión tenga la compañía, para hacer un registro detallado de las salidas y los ingresos de los productos de manera que se puedan manejar stocks mínimos, de acuerdo a las necesidades de los clientes. De la misma forma, está el módulo de compras que ayuda a los proveedores a saber el momento en el que se debe hacer un despacho a la empresa de materiales de construcción, se genera una orden de compra y se presentan los diferentes niveles de aprobación para que estas acciones se lleven a cabo.
- Las políticas de manejo de los proveedores se orientan a la experiencia, por lo tanto Grupo Aguilar no ha sido riguroso a la hora de evaluar la capacidad del proveedor y los procesos internos de cada una de sus organizaciones. La política principal de selección se basa en una preferencia por precios más que por calidad. Es importante resaltar que no existe documentación al respecto de estas políticas.
- La gestión del mantenimiento se realiza de forma correctiva, razón por la cual se incurre en altos costos asociados a mantenimiento. Adicionalmente, el excesivo mantenimiento de la maquinaria obstruye el flujo del proceso y genera paradas. Como consecuencia de esto, se generan retrasos en los plazos de entrega y en las cantidades a entregar; impactando la imagen de la compañía en el mercado y los resultados financieros de la misma.
- No existen indicadores, aparte de los financieros, para la medición de los resultados de la compañía en las áreas que la componen. Los indicadores financieros con los que se cuenta miden el desempeño financiero del Grupo Aguilar como un todo, pero existen deficiencias para las mediciones de cada una de las áreas. Como consecuencia de la inexistencia de indicadores, no se conoce con certeza la cantidad de pedidos que se incumplen, pero se sabe por experiencia, que la mayoría de los incumplimientos que se dan se deben a problemas asociados a mantenimiento. En ese orden de ideas, para la toma de decisiones a nivel logístico se evalúa el impacto financiero, y por lo tanto los



costos asociados a estas acciones evaluándose la repercusión que se genera en cada área, pasando de lo particular a lo general y así cuantificar los efectos en la organización.

- La planificación basada en la cadena de suministro es realizada por la alta gerencia, la que se encarga de la promoción de proyectos logísticos. De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se evidencia un proceso de integración entre áreas con oportunidades de mejora.

Con base en el análisis realizado a partir de la encuesta logística aplicada en la compañía, se procedió a la selección del objeto de estudio de este proyecto. Encontramos que no existe una gestión efectiva para el mantenimiento de la cantera, de los equipos y maquinaria, por lo tanto no se puede planear efectivamente la explotación, dejando subutilizada o sobreutilizada la capacidad instalada.

Todos los argumentos expuestos anteriormente con conduce a la formulación de la siguiente pregunta:

2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿La creación de un plan propuesto para mejorar la gestión del mantenimiento de la cantera Salitre Blanco podrá generar valor a Grupo Aguilar contribuyendo al mejoramiento de los procesos y, al mismo tiempo, de la cadena de abastecimiento?

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Es preciso tener una concepción clara sobre la gestión del mantenimiento a nivel empresarial. Por ejemplo, Enrique Dounce Villanueva, define el mantenimiento en su libro *La Administración en el Mantenimiento* de una manera muy sencilla, "...el mantenimiento es la serie de trabajos que hay que ejecutar en algún artefacto, lugar o método, a fin de conservar el servicio para el cual fue diseñado." De una manera más amplia se puede evaluar el impacto de la gestión del mantenimiento recordando que a partir de su implementación se puede asegurar la disponibilidad continua de las máquinas, edificaciones y demás servicios que ofrecidos dentro de la misma compañía y área funcionales. Además, estos procesos deben generar un retorno sobre la inversión óptima para considerarse como eficientes y efectivos dentro del flujo general de los procesos de la organización, explica L.C. Morrow en su libro *Manual de Mantenimiento Industrial*.

Teniendo en cuenta que en el sector de extracción y producción de materiales de construcción se requiere de maquinaria pesada y especializada para el desarrollo de los procesos de trituración, el desgaste que sufre este tipo de equipos y herramientas es un aspecto relevante que debe tenerse en cuenta durante todo el proceso.

De acuerdo a los argumentos expuestos anteriormente se centrarán los estudios en el área de mantenimiento, de acuerdo con la estrecha relación que existe entre la administración de la cadena logística y el desarrollo de prácticas de manteamiento asociadas a la realidad de la organización. "Una logística eficiente es aquella que incluye una visión clara de los objetivos y con base en ellos diseña estrategias y tácticas que muestran la dimensión de las necesidades. La razón por la cual incluimos el mantenimiento se debe a la importancia que esta área tiene en el logro de los objetivos de logística de las empresas en términos de tiempo y necesidades



satisfechas con la entrega”⁸. El mantenimiento es, por tanto, una pieza clave para lograr un flujo continuo de los procesos que conforman la cadena de valor. Su correcta administración, permite a las organizaciones mejorar sus prácticas, reducir los tiempos muertos de forma que se pueda cumplir con la programación de la producción y satisfacer las necesidades de los clientes finales entregando los productos en el momento, las condiciones y en el lugar adecuados.

Ahora bien, el proyecto de grado pretende relacionar el mantenimiento dentro de las organizaciones con la administración de la cadena de valor. De las buenas prácticas del mantenimiento en las empresas depende la consecución del flujo continuo en los procesos y, por tanto, una rápida atención a las necesidades de los clientes. Para este caso, lo anterior aplicable las empresas de explotación, extracción y desarrollo de materiales de construcción a través del aprendizaje particular de la compañía Grupo Aguilar. “Hoy en día, la gran oportunidad es, justamente, usar la tecnología en mantenimiento para mejorar la infraestructura relacionada con la logística. Cuando no existe inversión para su desarrollo y ampliación, que al menos la tecnología del mantenimiento pueda ayudar a mantenerlo perfectamente.”⁹. En conclusión generar planes estratégicos para hacer del mantenimiento un factor dinámico dentro de los procesos logísticos y proporcionar apoyo no solo a áreas como producción, sino al resto de la organización para generar valor a los accionistas y crecimiento continuo a la compañía. Entonces el presente proyecto tiene como objetivo hacer del mantenimiento parte fundamental de la cultura organizacional de Grupo Aguilar, enfocándose en la administración de los procesos logísticos en la Cantera Salitre Blanco.

Por esto mismo, a través de un análisis de los costos totales de la compañía se reconoció el peso de los costos de mantenimiento y como resultado se identificaron los dos factores generadores de costos: el mantenimiento de maquinaria y ACPM, los cuales representan el 20% de los factores generadores de costos de producción, generan el 69.63% de los costos totales de producción, siendo el mantenimiento el 42.63% de los costos totales y el consumo de ACPM el 27%, según los resultados del análisis de Pareto. Concluyendo así que los pocos vitales, el mantenimiento de maquinaria y ACPM, son los aspectos en los que debe prestarse mayor atención para lograr una reducción en los costos en que incurre la cantera debido a su funcionamiento.

No sólo se identifica la importancia del mantenimiento de las maquinas y equipos del proceso, a partir del estudio de los costos en los que incurre la cantera Salitre Blanco, sino que también se cuenta con un estudio de los informes de gerencia¹⁰ que se presentan en los comités semanales que realiza la compañía. En estos se pueden identificar recurrentes cifras de tiempos improductivos (tiempos de maquinaria en mantenimiento correctivo) que producen retrasos en el proceso de explotación. Se concluye así que el tiempo asociado al mantenimiento construye un factor importante para analizar debido a que estos tiempos, considerados como improductivos, obstruyen el flujo del proceso al disminuirse la capacidad instalada con que cuenta la cantera. Adicionalmente, se hacen más prolongadas las actividades si simplemente

⁸ En Internet, Claudio Umaschi, Director Regional de Datastream, El Mantenimiento como pieza llave en la Logística.
<http://www.webpicking.com/notas/datastream.htm>

⁹ *Ibid.*

¹⁰ ANEXO 5: Tablas y las gráficas de porcentajes de tiempo disponible Vs. tiempo taller



se opta por no reemplazar la maquina, o se incurre en gastos si se reemplaza con maquinaria alquilada. A continuación se muestran algunos datos de maquinaria como el Buldócer D85A, el Ackerman y el Euclid 3218 la cual está más del 50% del tiempo total en el taller en por lo menos 4 meses de los 6 meses estudiados. El Cad345, el soldador de ACPM y el martillo indeco#1 permanecen al menos en 2 meses diferentes en proporciones superiores al 44% del tiempo total en el taller. La tabla 1.0 muestra la maquinas que recurrentemente requieren de mantenimiento a través del periodo analizado.

Es preciso resaltar el proyecto, La Ruta del Sol, un proyecto que pretende conectar el centro del país (teniendo como punto focal Bogotá) y Santa marta, a través de la siguiente ruta: Villeta – Honda – Mariquita – La Dorada – Puerto Salgar – San Alberto. La construcción de una carretera de esta magnitud va a ser de gran impacto en el crecimiento y desarrollo del país debido a que el tiempo de recorrido se acortaría a casi 10 horas para carros particulares y a aproximadamente 14 horas para tractomulas, después de un tiempo total de recorrido para estas últimas de 24 horas. La realización de este proyecto representa una oportunidad para que Grupo Aguilar amplíe su mercado y adquiera un contrato a largo plazo, dependiendo de la duración de la construcción de la obra civil.

Es importante que se tenga en cuenta la ubicación de la cantera, Villeta Cundinamarca, como factor relevante al momento de una licitación para el suministro de materiales para el proyecto mencionado. Villeta se convierte en un punto estratégico para suministro de material de construcción por los bajos costos que puede representar en el transporte por los cortos recorridos que se requerirían.

Buldócer D85A,	Ackerman	Euclid 3218	cat345	soldador de ACPM	El martillo Indeco #1
<ul style="list-style-type: none"> • 84.84% del tiempo en marzo, • 68.42% del tiempo en abril, • 100% del tiempo en mayo y junio • 73.33% del tiempo en agosto. • 84.84% del tiempo en marzo, • 68.42% del tiempo en abril, • 100% del tiempo en mayo y junio • 73.33% del tiempo en agosto. 	<ul style="list-style-type: none"> • 100% del tiempo en marzo y agosto • 98.21 del tiempo en Mayo • 75.25 del tiempo en junio • 53.19% del tiempo en septiembre 	<ul style="list-style-type: none"> • 43.86% del tiempo en marzo • 89.76% del tiempo en mayo • 46.34% del tiempo en junio • 100% del tiempo en agosto • 90.31 del tiempo en septiembre 	<ul style="list-style-type: none"> • En el mes de abril permanece el 100% del tiempo en el taller. • En el mes de mayo permanece el 44.76% del tiempo en el taller. • En el mes de septiembre permanece el 53.28% del tiempo en el taller. 	<ul style="list-style-type: none"> • En los meses de junio y agosto permanece el 100% del tiempo en el taller. 	<ul style="list-style-type: none"> • 45.05% del tiempo en marzo • 100% del tiempo en abril.

Tabla 1 : Recurrencia de mantenimiento de maquinaria.

La Cantera Salitre Blanco está constituida legalmente, contando con todos los permisos legales y derechos de propiedad para realizar la explotación. Es de suma importancia anotar que “156



de las 170 empresas que explotan las canteras de Bogotá son ilegales”¹¹. En Cundinamarca son muchas las canteras ilegales que existen y estas representan alrededor de un 90% del total de empresas de este tipo en este sector. Teniendo en cuenta esta oportunidad que representa el proyecto para la compañía se plantearán posibles reestructuraciones en su funcionamiento con respecto al mantenimiento para aumentar la productividad y las entregas a tiempo de calidad, antes de que se comience la construcción de esta vía prevista para el 2010.

Finalmente, el desarrollo e implementación de este proyecto de grado representa la aplicación de todo el conocimiento adquirido en el transcurso de la carrera y la integración de todas las áreas del conocimiento para generar mejoras en los procesos logísticos de Grupo Aguilar. Es importante para nosotros, como gestores de nuevo conocimiento, comprender la aplicación de la Ingeniería Industrial en casos reales de empresas que requieren estandarización de procesos e incrementos en productividad evidentes. La universidad se enfoca en formar personas y profesionales integrales que puedan enfrentarse más adelante a la realidad que los espera una vez hayan culminado su primera etapa de estudios profesionales. De igual manera, la universidad es generadora de inquietudes en los estudiantes que pueden irse resolviendo en el transcurso del aprendizaje práctico y vivencial. Se espera, con este proyecto de grado, dar paso al inicio de la experiencia como profesionales y generar aún más inquietud por el mundo real de las industrias de Colombia, especialmente del sector de la construcción.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar el impacto sobre la cadena de abastecimiento que puede generar el desarrollo de una propuesta que permita mejorar la gestión del mantenimiento actual a partir de la reducción de las actividades de mantenimiento correctivo no programado y el aumento de las de mantenimiento preventivo programado.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Documentar los procedimientos de mantenimiento que aplican para el caso de la cantera Salitre Blanco y que sirvan como base para el desarrollo de planes de mantenimiento de la cantera.
2. Hacer una descripción de la cadena de valor de la Cantera Salitre Blanco, de manera que se puedan identificar los puntos en los cuales el mantenimiento tiene un impacto importante.
3. Generar y Analizar oportunidades de mejora encontradas a partir del levantamiento de procesos previo para plantear la aplicación de mejores prácticas.

¹¹ En Internet, “Afectan Directamente A 826 Mil Bogotanos Hay 156 Canteras Ilegales”, en *El Tiempo.com*, Bogotá: 25 de septiembre de 2008. Sección: Bogotá.



4. Diseñar y registrar la propuesta de plan de mantenimiento correspondiente a los equipos de la Cantera identificados como los vitales en el proceso, especificando la programación preventiva del mantenimiento y los procedimientos a seguir¹².
5. Generar indicadores para el área de mantenimiento los cuales, alineados con la estrategia corporativa, midan y controlen el impacto de la gestión del mantenimiento en la cadena de valor al momento que se realice el levantamiento de información y sirvan como base para la evaluación continua de la gestión de mantenimiento que siga la cantera Salitre Blanco.
6. Analizar el impacto generado en la cadena de valor si se llegara a implementar el plan propuesto para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento, traducido en reducción de tiempos de entrega, entregas completas y de mejor calidad, además del incremento de la satisfacción del cliente.
7. Analizar el impacto financiero que generaría la implantación del plan propuesto de mantenimiento enfocándose en medir el mejoramiento de la gestión de los recursos económicos con los que cuenta la Cantera para la implementación y el desarrollo de planes de mantenimiento. Se tendrá en cuenta la realización de un análisis costo-beneficio de manera que se pueda determinar la viabilidad económica de la propuesta.

4.3 ALCANCE

Este proyecto pretende evaluar el impacto generado en la cantera Salitre Blanco mediante una propuesta de mantenimiento preventivo, dejando abierta la posibilidad de que en futuros estudios se generen nuevas propuestas que mejoren la gestión de mantenimiento. Se van a centrar los estudios en los procesos de la cantera que se identifiquen como vitales para el desarrollo de las actividades y en las cuales se muestren oportunidades de mejora de peso.

5. MARCO CONCEPTUAL

5.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Grupo Aguilar - Aguilar Construcciones S.A. y ALTRON S.A - es un *holding* empresarial¹³ colombiano. Aguilar Construcciones S.A fue establecida en 1.974 y reconocida como líder en todas las áreas de la construcción. Como sociedad anónima constituida su capital se encuentra dividido en acciones integradas por las aportaciones de los socios (junta directiva), quienes no responden personalmente por las deudas sociales contraídas sino que lo hacen con el capital aportado. Es pionera en el país en el desarrollo de tecnologías como la modificación de asfaltos y el reciclaje en frío de pavimentos existentes con cemento y emulsión.

En un principio la empresa se dedicaba exclusivamente al área de construcción de obras civiles y tenía el nombre de Aguilar & Cía. Ltda. Construcciones. Debido al crecimiento de la

¹² ANEXO 6: Estructura de planes de mantenimiento propuesta.

¹³ Anglicismo, Holding Empresarial: Se entiende como Holding una organización económica que controla una serie de compañías que la garantizan un control sobre los diferentes factores de un mercado



compañía, se amplió la cadena de suministro planteando una integración vertical de la cual nació ALTRON S.A., compañía especializada en la extracción de materiales de construcción y la transformación de los mismos para generar productos especializados de acorde a las necesidades del mercado. En un principio, ALTRON servía como proveedor exclusivo de Aguilar Construcciones S.A, pero desde hace 10 años ALTRON S.A abrió sus puertas al mercado de los materiales de construcción. La apertura de la Planta de Emulsiones Asfálticas de Mosquera hace aproximadamente 15 años, primero como propiedad de Aguilar & Cía. Ltda. Construcciones, permitió la transformación de materias primas para las licitaciones y proyectos que se realizaban. Entonces se trabajaba bajo licencia con una cantera ubicada en zona de Mondoñedo, en el departamento de Cundinamarca. Luego de vencida la licencia, se adquirió la cantera de Salitre Blanco, ubicada en la localidad de Villeta, hace aproximadamente 7 años y se creó ALTRON S.A. Entonces se comenzó con la reestructuración de la compañía, hasta que se consolidará como el grupo Aguilar, conformada por dos compañías, Aguilar construcciones S.A. y ALTRON S.A. ambas con objetos comerciales guiados hacia la construcción de obras civiles como vías, puentes, pistas de aeropuertos, etc.

Grupo Aguilar - Aguilar Construcciones S.A. y Altron S.A - licita en obras públicas y privadas, obteniendo contratos desde aeropuertos hasta parques de barrio, pasando por oleoductos, campos petroleros, vías en concesión, edificaciones, parqueaderos subterráneos, puentes, túneles y prácticamente cualquier obra de ingeniería civil imaginable.

Actualmente, Aguilar Construcciones es socio activo de la concesión Sabana de occidente S.A. que opera en la vía que de Bogotá DC conduce hacia Villeta, encargada del mantenimiento de la vía. Además de esta concesión Aguilar construcciones S.A participa otras concesiones viales a nivel nacional.

El número de empleados de Aguilar Construcciones S.A. es de 30 empleados directos y 8 en cooperativas sociales. Altron S.A cuenta actualmente con 40 empleados directos.

a. Localización

Oficinas Y Parte Administrativa:

- Calle78 no. 8-48 Bogotá - Colombia

Plantas:

- Planta de Mezclas Asfálticas y Emulsiones Asfálticas Y Asfaltos Modificados Km. 4 Vía Mosquera - La mesa.
- Cantera Salitre Blanco, Villeta Cundinamarca Vía Villeta -Utica Km 2

5.2 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS

El asfalto modificado de más alto rendimiento en Colombia puede ser comprado en la planta o producido en la planta de mezcla asfáltica de los clientes utilizando unas simples modificaciones. Es así como Grupo Aguilar - Aguilar Construcciones S.A. y Altron S.A - ofrece al mercado colombiano toda una gama de productos y servicios en el área de la construcción, convirtiéndose en su misma proveedora de productos. A continuación se describen las características de los productos ofrecidos por Grupo Aguilar que salen de la cantera de Salitre Blanco:

1. *Mezcla Asfáltica y Asfaltos Modificados*: En frío los cuales simplifican y optimizan la aplicación de pavimentos asfálticos en obras pequeñas y/o reparaciones. Los asfaltos modificados corresponden a los cementos asfálticos comunes, adicionados con polímeros lo cual mejora ampliamente las características principales de las mezclas, tales como: mayor resistencia a la fatiga, a los agentes atmosféricos y al ahuellamiento. Estos se emplean tanto en vías de bajo tráfico como en vías concesionadas con excelentes resultados.



Ilustración 1: Uso de productos.

2. *Emulsiones Asfálticas*: Este producto se desarrolla con el fin de emplear el cemento asfáltico a temperatura ambiente, en su fabricación se emplean agentes tensoactivos, que combinan de forma homogénea dos elementos que no se pueden mezclar como el agua y el asfalto, generando un producto versátil y de fácil empleo.
3. *Agregados Pétreos*: son usados principalmente en la fabricación de mezclas de concreto, asfalto, mortero, como bases y sub-bases en la construcción de vías, drenajes o balasto para vías de ferrocarril. Los agregados son productos minerales imprescindibles para la sociedad. En general son materiales de bajo costo, abundantes en la naturaleza, por lo que deben estar situados cerca a los centros de consumo, teniendo en cuenta su alta sensibilidad a los costos de transporte.



Ilustración 2: Agregados pétreos.

4. *Asfaseal*: “Sellantes asfálticos para el tratamiento de fisuras en pavimentos. Con el fin de evitar el ingreso de agua a las capas de los pavimentos a través de fisuras y prolongar la vida útil de los mismos, se desarrollo el sellante ASFASEAL, el cual cuenta con características como: buena estabilidad a temperaturas extremas, óptimos niveles de adherencia, fácil manejo con maquina o de forma manual.”

Los principales clientes de Grupo Aguilar - Aguilar Construcciones S.A. y Altron S.A – a los que se les suministra asfalto son Alvias Ltda., Asfalto Herrera y Consorcio CBG. En la parte de agregados realizan la provisión a Inconal S.A. Por otro lado se presta el servicio de mantenimiento de vías a Sabana Occidente y Devisab, concesionario del desarrollo vial de la Sabana.



En cuanto proveedores, ECOJETROL suministra el asfalto que es la fracción más pesada obtenida de la destilación al vacío del crudo reducido; CATEPIRLLAR, se encarga de la distribución y mantenimiento de los equipos para construcción y FIZA Ltda., distribuye y presta el servicio de mantenimiento de maquinaria pesada y componentes para los sistemas hidráulicos de estos mismos. La distribución de productos es realizada por la misma empresa pero a veces es necesario alquilar tractomulas, este servicio es proporcionado por Carlos Clavijo y Marina Burgos.

Comment [T1]: Bueno sería incluir la importancia relativa de estos clientes y proveedores .

5.3 ANÁLISIS DE LA CULTURA ORGANIZACIONAL Y DEL SECTOR

5.3.1 Descripción Del Sector De La Construcción

El sector está conformado por las actividades de extracción minera y se caracteriza por los altos niveles de informalidad de las empresas que se dedican a este tipo de actividad, la poca regulación y la facilidad de obtener materias primas y/o recursos han impulsado que cada vez sea mayor el número de empresas informales con respecto a las formales.¹⁴

Aunque el sector se caracteriza por la alta informalidad, también existen factores restrictivos los cuales de alguna forma ayudan a competir la piratería, por ejemplo, no todos los lugares donde hay yacimientos de materiales de construcción tienen la misma calidad, restringiendo su uso a algunas aplicaciones, la ubicación de los mismos limita la cobertura deseada por los explotadores, la capacidad de las minas y la presión ejercida sobre el uso del suelo.

Otra característica del sector extracción de materiales de construcción es el bajo costo por unidad de producto terminado y la gran demanda que a su vez tienen los productos. Es así como la preocupación por garantizar el abastecimiento, la competencia en los sectores de transporte, almacenamiento y distribución de los productos propios del sector, la formación de precios adecuados mediante la adopción de esquemas de mercados y la promoción del desarrollo y la competencia en el mercado; son objetivos que fundamentan el funcionamiento del sector.

Es de vital importancia para el sector, el tema del abastecimiento y descubrimiento de nuevas reservas que le permitan al país seguir siendo autosuficiente y exportador, por lo cual desde el año 1999 se han venido impulsando una serie de reformas a nivel contractual, fiscal y de regalías, que han permitido que el país sea nuevamente atractivo a la inversión en el ámbito mundial y se dé una nueva dinámica en materia de explotación y exploración.

Lo anterior implica, que todas las normas y conceptos relacionados directamente con las actividades propias del sector, guarden armonía con las filosofías de transparencia y participación de la información, con el fin de fomentar la leal exploración técnica y la explotación de los recursos de propiedad estatal y privada, estimular estas actividades en orden a satisfacer los requerimientos de la demanda interna y externa de los mismos y a que su aprovechamiento se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de desarrollo sostenible y del fortalecimiento económico y social del país.

¹⁴ En Internet, 156 de las 170 empresas que explotan las canteras de Bogotá son ilegales, en *El Tiempo.com*, Bogotá: 25 de septiembre de 2008. Sección: Bogotá

En cuanto a empleo, en el 2008 el total de personas ocupadas 18'953.745 para el año, en Colombia aproximadamente se estima que la minería aporta el 2% de los trabajos totales, es decir 379.075 empleos. Se calcula que aproximadamente 200.000 son niños, según un estudio de la Universidad Nacional De Colombia mientras que el DANE registra solamente 5038 niños y otros 1.572 niños se encuentran en riesgo de ingresar, quienes se encuentran trabajando en actividades mineras.¹⁵ Estos datos se encuentran sesgados pues aproximadamente el 82% de las minas activas son ilegales, con los mayores factores de riesgo y con deterioradas condiciones de salud.

El sector del carbón es uno de los sector que más aporta, en cuanto a empleo se refiere, generando más de 100.000 empleos directos e indirectos y tiene repercusión en otros sectores como el transporte y la producción de cementos y cerámicas. El 80% de ellos se dedican a la extracción directa, búsqueda de las piedras y transporte de material, actividades de alta exigencia de esfuerzo físico y de exposición a contaminación, sol y lluvia.

A continuación se muestra el comportamiento del PIB Nacional y el PIB minero, en los últimos años, se presenta con el fin de orientar sobre la injerencia del sector minero en la economía nacional. (Gráfica 1.0).

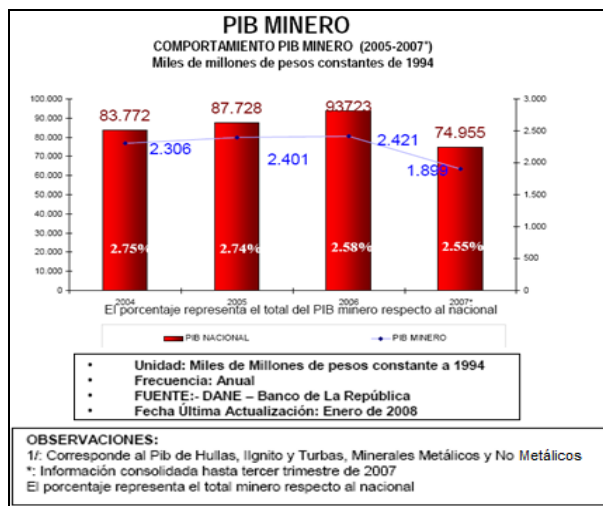


Ilustración 3: PIB Minero.

Es importante también tener en cuenta el crecimiento económico que se ha dado en los últimos años en la economía colombiana, “Las expectativas de crecimiento de la economía colombiana arrojan un promedio de 5.5% para el 2007 y de 5.2% para el 2008”¹⁶. En cuanto al sector industrial, el crecimiento ha sido sostenido en los últimos años siendo los materiales de

¹⁵ En internet, Es un 'camello' ser niño, en <http://www.ninosdepapel.org/espanol/article.php?sid=527>. Bogotá, 10 de enero de 2009

¹⁶ BRC Investor Services S.A. Perspectivas Económicas 2007-2008 Diciembre 2007



construcción¹⁷, proyectos de infraestructura, licencias de construcción, textiles entre otros los grandes impulsores.

Es importante tener en cuenta, que la demanda de materiales de construcción es una demanda dependiente, del sector de construcción de obras civiles, la construcción participó en el PIB con 2.55% para el año 2007, por lo que mientras el sector de la construcción siga creciendo a un ritmo estable la demanda de materiales de construcción seguirá en aumento. Una cifra importante se lista por el DANE, la proyección para el 2008 es de 5.2% de crecimiento, lo que apunta que se seguirán demandando para sostener el creciente sector de la construcción.

El sector minero se ha venido proyectando según las tendencias de las empresas mineras, las cuales implementan políticas de concentración de la producción e integración vertical de las mismas hasta llegar al consumidor final. La tendencia de integración y concentración ha tomado más fuerza como consecuencia de los precios bajos de los minerales y el buen rendimiento que tiene la extracción de los minerales de mayor consumo.

Las actividades mineras en Colombia, se orientan hacia la modernización y creación de proyectos a gran escala (carboníferas en la costa Caribe), esta tendencia cumplen una función de indicadores del gran desempeño económica de la última década del país, una evidencia son las cifras recientes que ponen en manifiesto el buen desempeño del PIB en la década de los 80 (3.3% anual) y el PIB minero lo hizo a un ritmo de 3.7% debido a las exportaciones de Petróleo, Níquel, Esmeraldas y Oro, entre otros. En los 90 hasta el 2000 el PIB minero se mantiene en un 4,0% sostenidamente, cifra aun muy baja de acuerdo con el potencial del país.

“El sector minero es uno de los de más lento desarrollo en el país con un bajo nivel de participación en el PIB y en la generación de empleo, ya que tiene poco encadenamiento con procesos industriales, a excepción de los materiales de construcción y el carbón, lo cual lo ha llevado en general a un nivel muy bajo de atención en la formulación de políticas de desarrollo.”¹⁸

Sin embargo el estado colombiano por medio del Ministerio de Minas y Energía ha impulsado proyectos que permitan el desarrollo sostenible del sector minero, y por este motivo, se ha generado la *POLÍTICA DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR MINERO*¹⁹ el cual pretende “adoptar una política minera integral e indicativa, consecuente con los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo Minero, y como consecuencia de ella, diseñar un programa general, orientado a la movilización y tránsito de lo que hasta ahora se ha llamado minería informal, hacia formas de producción en donde el desarrollo empresarial le permita ser más competitiva, más rentable y menos perturbadora del ambiente y del entorno social, es decir, más sustentable.”²⁰ Y el *PLAN*

¹⁷ DANE, Departamento Administrativo nacional de estadística de Colombia, Estadísticas Banco de la República, 30 de Noviembre de 2008

¹⁸ En Internet, Minería en el Huila. En http://www.mineria.gobhuila.gov.co/modulos/dinamicas/pagina_estatica.php?est_id=72-5k, Enero 27 de 2009.

¹⁹ *POLÍTICA DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR MINERO*. Beatriz Duque Montoya, Directora de Minas. Bogotá, Septiembre 16 de 2008

²⁰ En Internet, SIMCO- Sistema de Información minera colombiano. En <http://www.simco.gov.co/Default.aspx?tabid=54>.



*NACIONAL DE DESARROLLO MINERO 2007-2010.*²¹ El cual “apuntan a perfilar un entorno institucional y social favorable para que el sector privado pueda desarrollar de manera responsable la actividad minera y para que el crecimiento de esta actividad productiva genere desarrollo en las regiones mineras Este tipo de iniciativas muestran el interés sobre el sector minero colombiano.”²²

Todos estos documentos son el reflejo de una política minera clara, la cual se fundamenta en tres pilares fundamentales:

- Administración del Recurso Minero
- Mejoramiento de la productividad y competitividad
- Promoción del País Minero

5.3.2 Principales Regímenes Legales

Los procesos para conseguir los permisos necesarios para explotar los suelos son complejos. Las dos entidades a las que debe dirigirse todo minero interesado en legalizar sus procesos de explotación son: Ingeominas (Instituto Colombiano de Geología y Minería) y a las diferentes CAR (corporación Autónoma Regional) que se encuentran en las regiones del país.

Ingeominas afirma mediante el Decreto 252 del 28 de enero y Decreto 3577 del 29 de octubre de 2004, su objetivo principal “promover la exploración y explotación de los recursos mineros de la Nación y participar, por delegación, en las actividades relacionadas con la administración de dichos recursos”²³. Además, su misión va enfocada a “Contribuir al desarrollo económico y social del país a través de la exploración y el conocimiento del suelo y subsuelo del territorio nacional, de la evaluación y monitoreo de las amenazas geológicas, de la promoción y eficiente administración de los recursos minerales, y del control del uso de materiales radioactivos, atendiendo oportunamente las necesidades y requerimientos de nuestros usuarios.”²⁴

Por otro lado, La *CAR* tiene como objetivo principal y misión “Ejecutar las Políticas establecidas por el Gobierno Nacional en materia ambiental; planificar y ejecutar proyectos de preservación, descontaminación ó recuperación de los recursos naturales renovables afectados; y velar por el uso y aprovechamiento adecuado de los recursos naturales y el medio ambiente dentro del territorio de su jurisdicción, con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y contribuir al desarrollo sostenible.”²⁵ Este organismo se encarga de otorgar permisos como los siguientes:

- ✓ Permiso de aprovechamiento forestal de bosques naturales.
- ✓ Licencia Ambiental
- ✓ Registro de plantaciones forestales
- ✓ Autorización para aprovechamiento de árboles aislados

²¹ PLAN NACIONAL DE DESARROLLO MINERO, HERNÁN MARTÍNEZ TORRES, Ministro de minas y energía. Bogotá, agosto de 2007

²² PLAN NACIONAL DE DESARROLLO MINERO. Carlos Arturo Flórez Piedrahita. Director General. Pág. 5

²³ En internet, Ingeominas-Instituto Colombiano de Geología y Minería <http://ingeominas.gov.co/content/blogcategory/101/260/lang.es>,

²⁴ *Ibíd.*

²⁵ En internet, CAR-Autoridad ambiental con alternativas de desarrollo http://www.car.gov.co/publicaciones.aspx?cat_id=108



- ✓ Autorización para centros de Diagnóstico de Emisiones
- ✓ Permiso de Emisiones Atmosféricas
- ✓ Permisos de Vertimientos

Sin embargo es preciso anotar que, el Ministerio de Minas y Energía, a través del código de minas, procura regular y darle un marco legal a las relaciones entre los diferentes mineros del país y El Estado. Su objetivo se centra en “fomentar la exploración técnica y la explotación de los recursos mineros de propiedad estatal y privada; estimular estas actividades en orden a satisfacer los requerimientos de la demanda interna y externa de los mismos y a que su aprovechamiento se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de desarrollo sostenible y del fortalecimiento económico y social del país.”²⁶

Se hace referencia textual a aquellas disposiciones del código que tienen las cuales citan directamente con el control de las Canteras del país.

- ✓ Artículo 9°. Propiedad de las canteras. Los propietarios de predios que de conformidad con el artículo 4° del Decreto 2655 de 1988, hubieren inscrito en el Registro Minero Nacional las canteras ubicadas en dichos predios, como descubiertas y explotadas antes de la vigencia de tal decreto, conservarán su derecho, en las condiciones y términos señalados en el presente Código.
- ✓ Artículo 11. Materiales de construcción. Para todos los efectos legales se consideran materiales de construcción, los productos pétreos explotados en minas y canteras usados, generalmente, en la industria de la construcción como agregados en la fabricación de piezas de concreto, morteros, pavimentos, obras de tierra y otros productos similares. También, para los mismos efectos, son materiales de construcción, los materiales de arrastre tales como arenas, gravas y las piedras yacentes en el cauce y orillas de las corrientes de agua, vegas de inundación y otros terrenos aluviales. Los materiales antes mencionados, se denominan materiales de construcción aunque, una vez explotados, no se destinen a esta industria. El otorgamiento, vigencia y ejercicio del derecho a explorar y explotar los materiales de construcción de que trata este artículo, se regulan íntegramente por este código y son de la competencia exclusiva de la autoridad minera.
- ✓ Artículo 120. Información. La autoridad contratante de las vías públicas deberá informar a la autoridad minera sobre la construcción de dichas obras y esta autoridad, a su vez, informará a aquella en el término de treinta (30) días sobre la existencia ubicación de las canteras y minas de materiales de construcción del área de influencia de tales vías, que estén amparadas por títulos mineros vigentes.

En el mundo, el uso indiscriminado e inadecuado de los recursos naturales que existen ha hecho que se generen cambios negativos para el planeta y perjudicando directamente a los humanos. Algunos de estos daños son la contaminación de aguas, suelos y aire, deforestación continua y desacelerada, cambios climáticos drásticos, pérdida de biodiversidad. Especialmente

²⁶ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, Código de Minas, Ley 685 del 15 de agosto de 2001



la minería es “una industria que produce alteraciones a los suelos, al agua y a otros ecosistemas debido a que debe deforestar, excavar, extraer y transportar materiales, entre otras actividades, cambiando las condiciones naturales del paisaje y además las condiciones económicas y sociales de la zona en explotación.”²⁷

Tratados y convenios internacionales como los siguientes han abordado tema:

- ✓ 1972 Declaración de Estocolmo sobre el Medio Humano: Se acordaron principios y directrices fundamentales para el desarrollo ambiental mediante la creación del Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) importante en el desarrollo de la política ambiental mundial. (En Colombia se expidió el Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Decreto 2811 de 1974).
- ✓ 1987 Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo: Donde se reorienta el concepto de “Desarrollo”.
- ✓ 1992 La Cumbre de la Tierra: Donde se enfatiza el concepto de “Desarrollo Sostenible” y se produjo la *agenda 21* que consiste en un plan de acción para la coalición mundial hacia el logro de objetivos comunes. De la Cumbre se han derivado convenios que se desarrollan paralelos abriendo paso a importantes decisiones en todo el mundo. Entre ellos se destacan:
- ✓ 1992 Convención general sobre cambios climáticos: Pretende lograr control para conservación de la atmósfera.
- ✓ 1998 Convenio sobre diversidad biológica: Que propende por la conservación de las especies y su utilización sostenible.

La constitución colombiana se compromete también con la protección del medio ambiente a través del dictamen de artículos como:

- ✓ Art. 8: Es obligación del estado y de las personas *proteger las riquezas naturales* de la nación.
- ✓ Art. 80: El estado Planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su *desarrollo sostenible, conservación...*
- ✓ Art. 49: La Atención de la salud y *el saneamiento ambiental*.
- ✓ Art. 58: La propiedad es función social que implica obligaciones. Como tal, *le es inherente una función ecológica*.
- ✓ Art. 81: Queda *prohibida* la fabricación, importación, posesión y *uso de armas químicas biológicas y nucleares*, así como la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y desechos tóxicos.
- ✓ Art. 67: La educación formará al colombiano en el respeto... y para la *protección del ambiente*.
- ✓ Art. 330: Parágrafo: la explotación de los *recursos naturales en los territorios indígenas*, se hará sin desmedro de su integridad cultural, social y económica...

²⁷En internet, CORTOLIMA-Corporación autónoma regional del Tolima http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/nuevas_guias/canteras.pdf



- ✓ Art. 71: Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano... Es deber del Estado *proteger la diversidad e integridad del ambiente...*
- ✓ Art. 360: La ley determinará las condiciones para la explotación de los recursos naturales no renovables así como los derechos de las entidades de leyes preexistentes.

En la administración del presidente Álvaro Uribe Vélez en el año 2002 se llevó a cabo un proyecto para generar una guía para orientar a los particulares en la búsqueda de información con respecto a los permisos para explotación y el entendimiento de los regímenes legales a los que están sujetas sus actividades económicas. De la búsqueda por satisfacer esta necesidad del gremio nació el documento llamado Guía Minero Ambiental, beneficio y transformación. Un proyecto desarrollado con dos ministerios conjuntamente, el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Medio Ambiente. Con el apoyo de CERI-Colombia-CIDA y Lakefield Research Limited, organismos de Canadá.

De los puntos especiales que toca la Guía Minero Ambiental, vemos el siguiente que tiene que ver con las etapas necesarias para el desarrollo de un proyecto geológico minero, nombradas y presentadas en la figura 3.

Existen dos tipos de reglamentaciones para estos proyectos. El marco legal netamente minero y el marco legal ambiental la ley 99 de 1993. Cada uno de estos proyectos legislativos contempla aspectos como los mostrados en la tabla 2

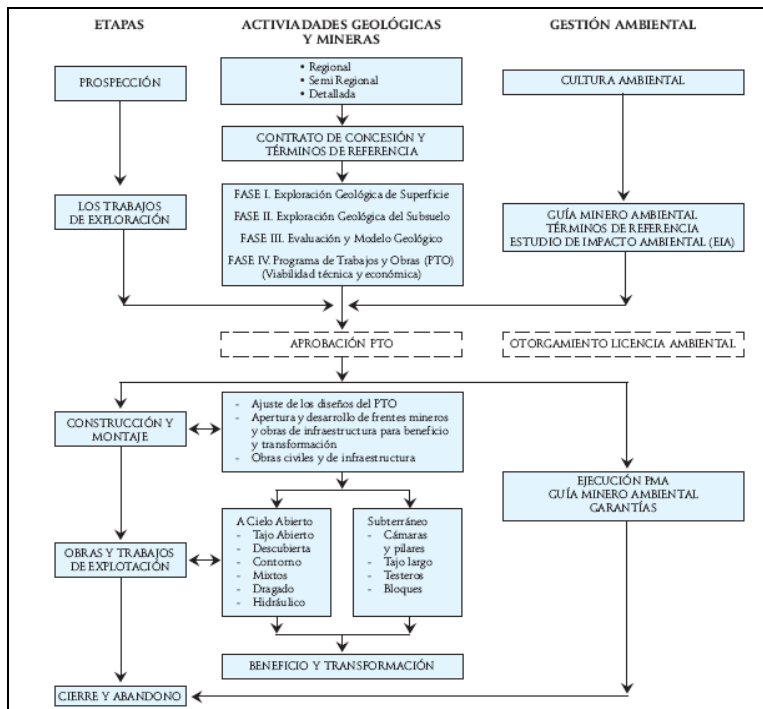




Ilustración 4: Etapas y fases de un proyecto geológico minero.

MARCO LEGAL MINERO LEY 685 DE 2001	MARCO LEGAL AMBIENTAL LEY 99 DE 1993
<ul style="list-style-type: none"> • Registro Minero • Normas Reglamentarias y Complementarias • Trámites Mineros • Medios e Instrumentos Mineros y Ambientales • Trámites Ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> • Licenciamiento Ambiental • Permisos Ambientales • Competencias Tramites Ambientales • Normas Ambientales Generales

Tabla 2: Marco legal minero y ambiental.

1.1.1 Competencia Directa

A continuación se enlistan algunas empresas del sector, con sus características:

- **DRUMMOND COMPANY, INC²⁸**: “Se dedica principalmente a la actividad de la minería, la compra, transformación y venta de carbón y derivados del carbón. Drummond es el mayor productor de coque mercado en los EE.UU. y es muy conocido en la industria de fundición para su producto superior y la fiabilidad del suministro, dispone de 132 hornos de coque con una capacidad anual de aproximadamente 750.000 toneladas de coque de venta, que se utiliza en la industria del automóvil industrias y la construcción de tuberías y se venden tanto a clientes nacionales e internacionales. Las operaciones mineras de la compañía en los Estados Unidos se encuentran en Alabama. Colombia es la sede de las operaciones internacionales de la compañía, atendiendo clientes en Estados Unidos y Europa.). Drummond produce principalmente carbón de bajo contenido sulfúrico – *compliance coal*²⁹. De igual manera, su producción cumple con los requisitos de la fase II de 1990 de la ley de aire limpio. Durante 70 años, Drummond ha sido un ejemplo de excelencia corporativa a través de la relación con sus clientes, los empleados y la comunidad para las empresas del sector que pertenece. Ha logrado posicionarse en el mercado de acuerdo al conjunto de valores directrices para la corporación, en la lista se incluyen fidelidad, entrega, compromiso y dedicación guiados a su vez por un comportamiento responsable.”
- **ARGOS³⁰**: “Argos es líder en la industria cementera con 51% de participación en el mercado, es el cuarto productor de cemento en América Latina con inversiones en Panamá, Haití y República Dominicana, es el sexto productor de concreto en los Estados Unidos y además realiza exportaciones de cemento y clínker a 27 países. En 2007 Argos tuvo una capitalización de mercado superior a USD \$5 billones e ingresos por más de USD \$1800 millones. Para el desarrollo de sus negocios, la compañía cuenta con una amplia infraestructura logística que le permite la movilización de materias primas y producto terminado a costos competitivos. En los Estados Unidos cuenta con cuatro puertos y en Colombia con otros cuatro. Adicionalmente tiene dos facilidades portuarias en Venezuela, una en Panamá una en República Dominicana y una en Haití. en República Dominicana y una Haití. En Colombia, Argos es el mayor

²⁸En Internet, Drummond Company INC. En <http://www.drummondco.com/>. Marzo de 2009

²⁹ Anglicismo, Compliance Coal, Carbón de bajo contenido sulfúrico.

³⁰ En internet, ARGOS. En, <http://www.argos.com.co>. Enero 25 de 2008.



transportador de carga terrestre. Dentro del proceso de expansión y aseguramiento de recursos. Argos cuenta con plantas de generación de energía propias para sus procesos productivos que le dan una capacidad instalada de 250 MW, controlando así la disponibilidad y el costo de este insumo. El bienestar de la comunidad y el respeto por el medio ambiente son de suprema importancia para la Compañía. En la actualidad emplea más de 11.000 personas y desarrolla de forma permanente diversos programas para promover el bienestar de los empleados, sus familias y las comunidades de sus zonas de influencia. En el tema ambiental, se han sembrado más de 10.000 hectáreas con vocación de reforestación. El portafolio de productos de Argos, es el más completo de las industrias cementeras en el mercado. Con cementos, concretos y cales, todos ellos con certificados de calidad y estrictos procesos de producción que aseguran el cumplimiento de la normatividad, la variedad y la innovación son la constante. Estos son algunos de los concretos que Argos produce y comercializa, todos ellos despachados a granel con preparación sobre pedido:

- Convencional.
 - Acelerado.
 - Impermeable.
 - Liviano.
 - Para pavimentos.
 - Plástico.
 - Relleno fluido.
 - Retardado.”
- **ASFALTOS LA HERRERA:** “Ubicada en Bogotá DC Colombia diagonal 109 no. 19 a -35 oficinas 201, es una empresa cuyo objeto principal es la construcción de obras civiles de ingeniería y arquitectura de cualquier tipo. producción y comercialización de mezclas asfálticas. construcción, reparación, remodelación, mantenimiento de inmuebles durante cualquiera de las etapas, desde estudio de factibilidad hasta ejecución de términos de construcción, obras de desarrollos bien sea por cuenta de terceros o por cuenta propia”³¹
 - **CEMEX**³²: “CEMEX fue fundada en 1906 en México y gracias a su gestión visionaria, durante el siglo XX se consolidó como una de las empresas líderes en la producción de cementos y concretos en el mundo. CEMEX Colombia forma parte de esta gran familia global desde 1996, con más de 745 empleados que ponen su talento al servicio del progreso del país. CEMEX Colombia ofrece a sus clientes una amplia variedad de productos para el sector de la construcción, especialmente diseñados y producidos con tecnología de punta y calidad certificada, generando un valor agregado único en el mercado. Nuestras marcas Diamante y Samper con décadas de historia constituyen el más fiel testimonio de la confianza y preferencia en el mercado nacional. La competencia creciente en la industria de la construcción obliga a los profesionales del ramo a capacitarse cada día, innovar permanentemente y a acceder a la tecnología de procesos y productos. CEMEX Colombia ofrece a distribuidores mayoristas, ferreteros,

³¹ En internet, EMPLEO.COM, En http://www.empleo.com/clientes/oportunidad_oferta.asp?id=30858

³² En internet, CEMEX COLOMBIA. En <http://www.cemexcolombia.com/index.asp>. Marzo de 2009



vendedores de mostrador y maestros de obra, diplomados y talleres para avanzar en el proceso de modernización de sus negocios y en la técnica del proceso de la construcción. Nuestros productos:

- Cemento: El cemento más tradicional y el de mayor cobertura nacional, presentes en grandes obras, por su calidad y resistencia.
 - Concreto: Por medio de la técnica y la constante investigación en la búsqueda de mejores productos, CEMEX Concretos lleva al mercado nuevos productos que satisfacen las necesidades constructivas de nuestros clientes.
 - Mortero Seco: La mezcla lista para que usted utilice sólo lo necesario. Para construir con Mortero Seco solamente agregue agua y tendrá la consistencia adecuada.”
- **CONASFALTOS**³³ “inició sus actividades en 1982 y a lo largo de estos años, ha participado en la construcción de obras de urbanismo, edificios y viviendas. La actividad gira alrededor de la explotación de la cantera, la cual es rica en materiales pétreos para producir Mezclas Asfálticas, concreto hidráulico y afirmados. Desde 1989 se implementó el proceso de lavado de los materiales, logrando productos de óptima calidad. El principal objetivo es lograr ser una empresa líder a nivel regional, en la venta y aplicación de materiales pétreos y mezclas asfálticas. Los Clientes representan gran parte del mercado de la construcción como son las entidades oficiales, municipales, departamentales y de orden nacional y clientes del Sector. Con el objeto de proporcionar confianza a nuestros clientes. desde 1999 estamos certificados por el ICONTEC, bajo el modelo de gestión de Calidad ISO 9001 versión 2000. La empresa está implementando la Norma ISO 14001, sobre sistemas de gestión ambiental. La Gerencia General, muestra su compromiso permanente, proporcionando los recursos, creando conciencia en todo el personal sobre la importancia de satisfacer las necesidades de los clientes y controla a través de las revisiones del sistema de gestión de la calidad, el cumplimiento con lo establecido en la política, los objetivos de calidad, y verifica el mejoramiento en cada proceso de acuerdo al análisis de indicadores.”
 - **ABL INTERNACIONAL S.A.**: “Industria Metalmecánica, tiene por objeto fabricar y comercializar plantas de Asfalto y de Trituración de material agregado. Sus instalaciones administrativas están ubicadas en la Zona Franca de Bogotá, la planta de producción está ubicada en el Parque Industrial Montana, Lote C, Manzana 1 - 2, Mosquera”³⁴
 - **EXXONMOBIL COAL AND MINERAL**: “ExxonMobil Corporation es una empresa petrolera estadounidense. Fue fundada como Standard Oil Company en 1889, tras la disolución del trust Standard Oil en virtud de la Sherman Act. Sus actividades se extienden por más de 40 países de todo el mundo e incluyen, entre otras, la explotación, elaboración y comercialización de productos petroleros y gas natural, así como la fabricación de productos químicos, plásticos y fertilizantes. Por su volumen de ventas (26.949 millones de dólares) era en 1984 la sexta empresa petrolífera del mundo y la cuarta de Estados Unidos. Su casa matriz se encuentra en Chicago. ExxonMobil Coal

³³ En internet, CONASFALTOS. En <http://www.conasfaltos.com/v2/index.asp>. Marzo de 2009

³⁴ En internet, ABL INTERNACIONAL <http://www.ablisa.com/>. Marzo de 2009



And Mineral es la compañía del holding empresarial dedicada a la explotación y obtención de carbón y minerales.”

- COALCORP: Es una empresa de explotación, exploración y desarrollo de carbón con participaciones en las minas de carbón La Francia y Caypa y otros activos relacionados con la explotación de este recurso, todos en Colombia. La casa matriz se encuentra en Ontario, Canadá. El carbón de Coalcorp es de gran demanda en los mercados internacionales por ser de combustión limpia y de alto valor calorífico y bajo contenido de azufre. La Francia y Caypa son minas de carbón térmico mientras que la Curubita produce carbón metalúrgico. Dentro de sus logros más destacados se encuentran:
 - Aplicación de estrategia para aumentar la mina de carbón La Francia de producción a 6 millones de toneladas de carbón por año de aquí a 2010
 - La construcción de la infraestructura ferroviaria para el transporte de bajo coste del carbón en el puerto
 - Preventa de 30,5 millones de toneladas de carbón en promedio \$ 81 por tonelada, más de 6 años
 - Excelente potencial para aumentar las reservas y la producción
 - Bajo costo, alta calidad del carbón
 - Experiencia de funcionamiento del equipo
 - Sólida posición financiera

1.2 LA ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA ABASTECIMIENTO

La cadena de abastecimiento puede ser definida como, “Incluye todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes y productos, desde la etapa de materia prima hasta el consumo por el usuario final, desde el proveedor de las materias primas hasta el estante del detallista”³⁵ Es por esto, que la gerencia o administración de la cadena de abastecimientos contribuye, entre otras cosas, a saber qué materias primas e insumos se requieren dentro de los procesos, cuánto de estos elementos son necesitados y en dónde, y el porcentaje que se están aprovechando de la capacidad instalada de las planta de producción.

La administración de la cadena de abastecimiento se trata de hacer un compendio de las actividades que se desarrollan alrededor de todos los procesos de la organización y no se centra en unos pocos como solía entenderse años atrás cuando se hablaba de logística como un procesos de distribución de producto terminado desde la planta al cliente final. En un contexto amplio podemos encontrar la siguiente definición de administración de la cadena de abastecimiento o de valor a partir de la definición de la cadena de suministros así, “la integración de las actividades mediante el mejoramiento de las actividades de la cadena de suministro para alcanzar una ventaja competitiva sustentable. La administración de la cadena de suministros se define como la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio y de las tácticas a través de estas funciones empresariales dentro de una compañía en particular, y a través de las empresas que participan en la cadena de

³⁵ En Internet, *Administración De La Cadena De Abastecimiento*, Canales de distribución y administración logística, Carlos López, <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/26/aca.htm#mas-autor>



suministros con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de la cadena de suministro como un todo”³⁶

Es de gran importancia reconocer que la cadena de abastecimiento se debe dar a partir de la integración en forma eficiente de proveedores, fabricantes, distribuidores y los minoristas, para garantizar la participación de todos como una red. De allí, se puede derivar un mejoramiento de la capacidad de los todos los procesos, una reducción importante en los costos asociados a los procesos, mejorando al mismo tiempo, los niveles de servicio al cliente. Las áreas o procesos que puede cubrir la administración de la cadena de abastecimiento son, según Carlos López, autor citado, las siguientes:

- Red de logística
- Almacenaje
- Gerencia del inventario
- Compras
- Alianzas estratégicas
- Informática y telecomunicaciones como elementos claves en las comunicaciones y toma de decisiones.

1.2.1 Importancia De La Administración De La Cadena De Abastecimiento

Pueden identificarse algunos factores por los que es de suma importancia generar una cultura organizacional donde prevalezca el interés por incorporar las actividades de la administración de la cadena de abastecimiento en las empresas. Podemos nombrar los siguientes:

- “El rápido desarrollo de los flujos de información, también conocido como la revolución de la información, apoyado en las nuevas tecnologías.
- La aparición del comercio electrónico, tanto entre empresas como entre empresas y consumidores finales.
- El empoderamiento de los clientes debido a las nuevas tecnologías y a la gran cantidad de empresas que producen para él. El cliente se ha vuelto más exigente en términos de calidad de los productos, tiempos de entrega, comodidad, servicio, etc.
- La gran movilidad de los capitales impulsada por la internacionalización de la economía y la desregulación a los flujos de capitales.
- La posibilidad de establecer nuevas relaciones entre empresas competidoras traducida en la consecución de alianzas que permitan hacer más eficientes los procesos, tanto en gestión de compras o entregas como otros procesos claves y generadores de altos costos.”³⁷

1.2.2 Beneficios De La Administración De La Cadena De Abastecimiento

Son múltiples los beneficios que se generan a partir de una buena gestión de la cadena de abastecimiento. Algunos que pueden mencionarse se resumen en los siguientes:

³⁶ BALLOU, Op. cit., p.5 5

³⁷ En Internet, *Administración De La Cadena De Abastecimiento*, Canales de distribución y administración logística, Carlos López, <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/26/aca.htm#mas-autor>



- Mejora en el servicio que se brinda a los clientes especialmente en términos de precio, tiempos de entrega de productos y servicios, condiciones de negociación, entre otros. De esta manera, se generan mayores niveles de eficiencia en cada uno de los procesos de la compañía y se empieza a crear en los clientes una forma diferente de apreciarla, obteniendo una capacidad mayor para *retener los clientes* y generar la lealtad necesaria.
- Se genera una capacidad mayor para afrontar la entrada de mercados internacionales a economía del país de donde es la compañía, además de una ventaja competitiva al momento de competir en el exterior si se van a exportar los productos o servicios. Con precios y procesos competitivos es posible ganar la batalla a la competencia del mercado.
- Si se puede estar más apto para competir en el mercado y los clientes se fidelizan con la empresa es más factible llegará ser el *líder del mercado* y sector dentro del que se encuentra la empresa.
- Se pueden llegar a presentar nuevas relaciones comerciales competitivas y alianzas estratégicas con otras compañías para generar una disminución de costos y tener un tamaño de mercado mucho más amplio.

Podemos resumir la importancia de la administración de la cadena de abastecimiento y sus beneficios para las organizaciones de la siguiente manera: “La empresa que pretenda mejorar realmente sus niveles de eficiencia basándose en la gestión de la cadena de abastecimiento debe enfocar sus estrategias en el conocimiento del cliente, la disminución de costos y la excelencia operacional. Cuando la firma es capaz de entender a su cliente y los procesos requeridos para satisfacerlo seguramente podrá llegar a él con éxito.”³⁸

1.3 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento es definido como “serie de trabajos que hay que ejecutar en algún artefacto, lugar o método, a fin de conservar el servicio para el cual fue diseñado.”³⁹ De acuerdo a la definición anterior, el mantenimiento se concibe para conservar los equipos y maquinarias que nos sirven para el desarrollo de actividades cotidianas. Todos los artefactos necesitan de un mantenimiento en cualquier momento de su vida útil, por lo tanto, la función del mantenimiento es la de corregir posibles fallas que están ocasionando errores en la forma como funciona una determinada maquinaria cuando ha transcurrido un tiempo de uso considerable. Estas fallas se conciben como tiempos improductivos, en los cuales las maquinas dejan de funcionar, o simplemente en tiempos en los cuales la maquina funciona pero no lo hace correctamente. El objetivo de la gestión del mantenimiento es conservar los servicios y la funcionalidad que la maquina ofrece a los usuarios. El principio fundamental del mantenimiento debe ser el norte a seguir al momento de hablar de mantenimiento: “El servicio se mantiene y el recurso se

³⁸ En Internet, *Administración De La Cadena De Abastecimiento*, Canales de distribución y administración logística, Carlos López, <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/26/aca.htm#mas-autor>

³⁹ DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La administración en el mantenimiento, México DF, Compañía Editorial Continental, S.A, 1978. p.87



preserva⁴⁰ En resumen, la máquina pasa a un segundo plano para darle la importante al servicio. Y es que para las compañías son más importantes los servicios que prestan las maquinarias que las mismas maquinarias, esto se sustenta en que las compañías siempre están en la búsqueda de nuevos equipos que además de ofrecerles unas funciones más ajustadas a sus necesidades a precios razonables, generen menos costos por funcionamiento y mantenimiento. De lo anterior, se identifican 3 factores esenciales para el mantenimiento

- Calidad económica del servicio.
- Duración adecuada del equipo.
- Costos mínimos de mantenimiento.

Las fallas que se presentan en un maquina se deben a tres fuentes:

- a. El mismo equipo, hace referencia a las fallas asociadas a las propiedades eléctricas, mecánicas y electrónicas el diseño y la instalación adecuada del equipo o sus partes,
- b. El ambiente donde se encuentra el equipo, hace referencia a las fallas por las condiciones del medio, temperatura, humedad, presión, polvo, etc., que puedan afectar el funcionamiento y/o desempeño del equipo.
- c. El personal que interactúa con el equipo, hace referencia a la habilidad manual del personal para operar el equipo en sus diferentes dimensiones, es decir, para operarlo, realizarle mantenimiento y/o modificarlo.

“ Toda maquinaria debe ser intervenida lo menos posible⁴¹, es el principio esencial del mantenimiento que no es otra cosa que una restricción a las organizaciones para que se modifiquen lo menos posible la maquinaria que poseen, puesto que se podría generar una incompatibilidad entre el diseño inicial y el diseño modificado, lo que generaría fallas inminentes al momento de entrar en funcionamiento la maquina. La conclusión final es que se debe mantener, en cuanto sea posible, el elemento humano aislado de las maquinas. La afirmación anterior, no significa que las maquinas deban funcionar sin supervisión alguna para que requieran el menor mantenimiento posible, por el contrario, excluyendo la evidente interacción para operar la maquina entre el personal y el equipo, pretende solo brindar tres situaciones excepcionales en las cuales la intervención humana es necesaria, la primera es la de verificar la maquina en su función del servicio que presta, la segunda verificar si alguna parte posiblemente falle y la tercera consiste la verificación a la maquina como un conjunto funcional.

De acuerdo las situaciones excepcionales planteados, se da la base para el desarrollo de los tipos de mantenimiento que existen, el primero fundamenta el mantenimiento preventivo, el cual consiste en establecer puntos de control en los que se deben realizar inspecciones a los activos para poder identificar las condiciones de funcionamiento y el desempeño actual que potencialmente generaría fallas en la maquinaria, de forma que se anulen los factores de riesgo al cambiarlos o repararlos, anticipándose al momento en que se da la ruptura o falla en la maquinaria. Este tipo de mantenimiento requiere que la compañía se anticipe a las posibles fallas que se puedan generar, de forma que no se interrumpa el flujo normal del proceso

⁴⁰ DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. México DF. Compañía Editorial Continental, S.A. 2000. p3

⁴¹ DOUNCE VILLANUEVA, Op. cit., p .91



productivo, y esto requiere de una gestión de planta eficiente que incluya la planeación y el control de los activos fijos.

El otro tipo de mantenimiento identificado se conoce como el mantenimiento correctivo, en el cual, la compañía al no anticiparse a las posibles fallas, tiene que realizar la reparación o cambio del equipo o la parte del mismo afectada, en el momento en que se produjo con anterioridad la falla. Este tipo de mantenimiento, es costoso, ya que significa paradas en la producción y los costos asociados a las mismas más el costo de realizar las reparaciones pertinentes al equipo afectado. A medida que las organizaciones logran realizar un mayor número de mantenimientos preventivos, se reducen los mantenimientos correctivos, pero nunca se eliminan del todo, el beneficio radica en la posibilidad de disminuir significativamente los costos totales de mantenimiento al desagregar los costos por parada del proceso y el esfuerzo, en todos los niveles de la compañía, que se genera cuando una máquina tiene una falla imprevista.

La generación del nuevo pensamiento de mantenimiento productivo, aparecen dos nuevos conceptos, el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). El TPM fue desarrollado por el Japonés Seichi Nakajima y que enfatiza sus principios en la "importancia que tiene involucrar al personal de producción y al de mantenimiento en labores de mantenimiento productivo"⁴² Toda esta teoría nace a partir del cambio que se dio en la industria en 1970 cuando se dejó de considerar que el trabajo humano intervenía en la fabricación de productos o prestación de servicios en un 90% mientras que sólo el 10% era trabajo que realizaban las máquinas. Por el contrario, desde entonces se volteó el concepto en el que la máquina proporcionaría el 90% del trabajo realizado y los operarios el restante, esto obliga a los industriales a pensar de manera más detallada en el incremento de las actividades asociadas a la conservación de sus recursos físicos. Incluso en muchos sectores industriales la conservación de la calidad de sus recursos se convierte en una ventaja competitiva frente a las empresas del sector, dando mejores resultados de calidad en los productos y eficacia en los procesos en unas compañías más que en otras.

El RCM fue desarrollado por la industria de la aviación a finales de los años 80, esta teoría permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico. La implementación del RCM conlleva a generar maquinaria más segura y confiable, reduce de costos directos e indirectos, optimiza la calidad del producto terminado, mejora entre aéreas operativas y de mantenimiento y permite el cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente. EL RCM sigue la metodología de identificación de las funciones deseadas para el activo analizado, los estados indeseables del sistema, las causas y consecuencias de estos estados. Un aporte importante de esta teoría se centra en que describe tres tipos de mantenimiento, los tres tradicionales conocidos (correctivo, preventivo y predictivo) y adiciona el detectivo, el cual corresponde a la búsqueda de fallas sin que se generen sospechas de algún problema, todo fundamentado en las fallas ocultas del sistema las cuales pueden permanecer durante largos periodos sin ser identificadas. La idea del mantenimiento detectivo es realizar pruebas a la maquinaria para asegurar la confiabilidad que brindan los mismos durante la interfaz de uso.

⁴² DOUNCE VILLANUEVA, Op. cit., p. 4



En conclusión no sólo se deben enfocar los esfuerzos hacia la conservación de los recursos físicos como máquinas y herramientas, sino también buscar la manera en la que el talento humano implicado en las actividades de mantenimiento sea especializado y no el llamado “mil usos”. De esta manera también evoluciona el concepto de talento humano usado en mantenimiento, pues la especialización de la mano de obra hace que se empiece a desarrollar actividades más enfocada a la prevención de fallas de máquina y productividad en estas mismas actividades. En anexo 15 se muestra la evolución del concepto de mantenimiento desde sus inicios.

1.4 ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO

La administración de cualquier planta debe contemplar la administración del mantenimiento dentro de sus tareas prioritarias y fundamentales, no existe un programa específico a seguir que lo conllevaran al éxito en la administración del mantenimiento, sino que por el contrario, cada organización debe diseñar e implementar su propio plan de mantenimiento de acuerdo a sus características específicas y únicas teniendo en cuenta sus necesidades. Para comenzar con el diseño del plan se debe tener en cuenta que el alcance de su plan de mantenimiento debe ir paso a paso de forma estructurada, no es conveniente aplicar el plan a toda la planta de una sola vez, por el contrario es recomendable identificar que maquinarias requieren de atención prioritaria, para comenzar por ellas; de todas formas al final terminara aplicando el mantenimiento a toda la planta, por lo tanto si comienza por una u otra máquina/equipo es irrelevante. Es importante resaltar que se debe tener claro el problema a solucionar, ya que dependiendo de este se puede definir por donde comenzar.

En un contexto general podemos definir el mantenimiento preventivo como “La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario”.⁴³ Con un Plan de Mantenimiento Planificado como es llamado por algunos autores se pueden generar aumentos en la productividad de las operaciones, traduciéndose en la continuidad adecuada de cada una de las tareas del proceso total de producción.

Los programas de mantenimiento preventivo contemplan que aspectos deben inspeccionarse y cuáles no, o por lo menos con menos frecuencia, con el fin de que el programa sea lo más efectivo posible, se deben incluir la mayor parte activos fijos. Pero incluir la mayor parte de los activos fijos es una idea platónica, debido a que esto generaría altos costos asociados y es poco factible si se analiza en términos de la disponibilidad de los recursos. Por esta razón, se trazan tres directrices que orientan al personal encargado del desarrollo del plan; la primera es la evaluación de la criticidad del artículo, que tan importante es el artículo para el proceso productivo, la segunda es la posibilidad de reposición rápida de la parte o maquina averiada y la tercera es el impacto financiero, es decir, los costos asociados a los tiempos ociosos, la reparación y el reemplazo. Adicionalmente, en el impacto financiero se debe medir los costos asociados a toda la cadena de valor, es decir, que costos me genero la parada de producción debido a que hubo un retardo en el pedido en la distribución, costos de incumplimiento para el cliente y los esfuerzos y transacciones administrativas que conllevaron la solución del problema.

⁴³ En Internet, Solomantenimiento.com. En http://www.solomantenimiento.com/m_preventivo.htm, Octubre de 2008.



Los programas para realizar el mantenimiento preventivo se dividen en:

1. Programas de visitas. Guías que permiten conocer que lugares visitar en que fechas y con qué frecuencia. Existen programas de largo y de corto plazo. Los programas de largo plazo son el resultado de la planeación del mantenimiento. Incluirá todas las actividades que se han de realizar a un año además de las políticas de mantenimiento que de seguirán. Los programas de corto plazo, son desarrollados por el supervisor del área y sirven como apoyo a los de largo plazo. La idea es diseñar un plan más focalizado en cada área que supla las necesidades específicas de cada máquina.
2. Programas de inspecciones, pruebas y rutinas. Hojas de chequeo que permiten identificar las partes de la maquinaria a inspeccionar y de acuerdo a unos criterios se califica como adecuado o inadecuado el funcionamiento de cada una de ellas. Los criterios deben ir por escrito y deben ser los suficientemente claros como para que inspector pueda discernir al respecto.
3. Programas de reconstrucción. Hacen referencia a la programación de los cambios periódicos que deben hacerse a las maquinas de alguna de sus partes, la cual es causada por el desgaste de uso, indican quien la debe realizar, en que fechas y la duración del mismo.

Luego que se tiene claro hacia donde se va a direccionar el mantenimiento, se debe proceder a organizar los trabajos y actividades de mantenimiento que han de realizarse, se deben nombrar responsables de los procesos de mantenimiento y dividir la maquinaria según convenga para realizar los mantenimientos. Esta división se puede dar por tipo de tecnología utilizada, localización, tamaño, etc., lo realmente importante es que la división sirva como herramienta de organización y facilite la aplicación de las actividades de mantenimiento. En esta etapa del proceso de administración se deben plantear las políticas de mantenimiento, las actividades y los correspondientes procesos de acuerdo a los planes de acción que se elaboren, la forma de medir el impacto de estos planes y la interiorización del *feedback*.

La ejecución y puesta en marcha de estos planes es la siguiente etapa, es recomendable trabajar por una administración por objetivos, para que todo el personal de la planta se sienta comprometido e involucrado con la gestión de mantenimiento para que finalmente se obtengan los resultados esperados. El último paso es el control, el cual debe brindar herramientas que permitan a los encargados la posibilidad de solucionar posibles problemas que se presenten. Las personas encargadas deberán contar con la ayuda de los operadores de las maquinas quienes complementaran y ampliaran la visión del problema que se presenta. En la etapa de control, se deben establecer reportes e informes sobre cómo funciona el plan de mantenimiento, la finalidad de esto radica en realizar un *feedback*⁴⁴ que permita el mejoramiento continuo y flexibilizar el plan de forma que se vaya ajustando a las necesidades actuales de las organizaciones. El *feedback* debe acompañarse de indicadores que midan el desempeño de la gestión del mantenimiento, debe ser claro, que los indicadores son la base para cuantificar y dimensionar los verdaderos beneficios percibidos por las mejoras aplicadas.

⁴⁴ Anglicismo, Feedback, retroalimentación.



Finalmente, uno de los mayores obstáculos para adoptar un programa de mantenimiento preventivo suele ser la parte administrativa. Por lo que el jefe de mantenimiento deberá seleccionar el mejor sistema para registrar dónde estamos y para donde vamos, se debe así contar con la información histórica necesaria para el caso. Los registros adicionalmente deben estar actualizados. Para que la gestión administrativa del mantenimiento no se convierta en procedimientos complicados y tediosos, se deben tener en cuenta ciertas directrices que permitan facilitar el registro de la información:

- La cantidad de formas y hojas de registro no debe ser menos de la necesaria pero si la mínima.
- Deber existir una integración de la información del mantenimiento con las demás áreas de la compañía, mediante el uso de un sistema de información.
- Contabilice todos los costos asociados a los tramites, esto le permitirá rastrear los costos para poder cumplir con la directriz número 1.
- Los informes deben ser periódicos, de acuerdo a la necesidad de su propia organización.

Es preciso anotar la importancia del mantenimiento preventivo para las organizaciones, especialmente para organizaciones en donde sus procesos se ven monitoreados apoyados por maquinaria pesada y herramientas que realizan trabajos de alto impacto.

- Se da un aumento de la confiabilidad de los procesos pues los equipos funcionan en condiciones mejores de seguridad tanto para el material que se está manipulando como para los empleados que pueden estar expuestos a enfermedades y riesgos profesionales. La confiabilidad se da debido al conocimiento del estado de las máquinas y equipos y las condiciones en las que están trabajando.
- Se disminuyen los tiempos muertos tanto de Colaboradores en las plantas de producción como de las maquinarias, Pues se generan menos paradas de las operaciones por causa de daños que deben ser reparados inmediatamente.
- Se puede generar una duración mayor en las máquinas y equipos, aumentando su vida útil a través de cambios oportunos de partes que sufren mayor desgaste y que pueden producir un desgaste y ruptura de las demás piezas que conforman los equipos.
- Al mismo tiempo las instalaciones de la planta de producción puede tener una mayor duración pues no se ven afectada por aquella maquinaria pesada que, al estar presentando algún tipo de avería podría causar daños en los pisos de las instalaciones por altas vibraciones, daños eléctricos en la maquinaria, etc.

Otras ventajas de este Plan de Mantenimiento Preventivo que pueden generar beneficios a las empresas que lo manejan son:

- “Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.”⁴⁵

⁴⁵ En Internet, Solomantenimiento.com. En http://www.solomantenimiento.com/m_preventivo.htm. Septiembre de 2008



1.5 HERRAMIENTAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO.

1.5.1 Índice ICGM

Índice de clasificación para los gastos de mantenimiento o por sus siglas en ingles RIME (Ranking Index Of Manteinance Expediture) es una herramienta creada con el fin de interrelacionar los costos de mantenimiento con el tipo de actividad a realizar en los mismos. Este índice tiene los derechos reservados a Ramond And Associates Inc. El índice está compuesto por los siguientes factores:

- *Código de Máquina:* Identifica cuales recursos requieren de atención.
- *Código de Trabajo:* Identifica el trabajo que se realizara en la maquinaria.

La metodología para el cálculo de este índice se guía de acuerdo a la siguiente fórmula:

Indice ICGM – Código de Máquina x Código de Trabajo

Los componentes se deben multiplicar para obtener el factor equipo. Para el caso del factor trabajo se deben sumar todos los componentes y la suma será el valor del factor trabajo. A continuación se muestran las tablas que permiten el cálculo de los factores, de acuerdo al cálculo de cada uno de los componentes del factor.

FACTOR	COMPONENTE	
Equipo	Porcentaje de Utilización	Horas de trabajo a la semana 168 horas que tiene la semana
	Porcentaje de Rentabilidad	Porcentaje con el que contribuye a las utilidades de la empresa
	Factor de proceso	Grado en que una falla en este equipo, afecta a otros
Trabajo	Costo Por Pérdida De Calidad	En el que se incurre si no se ejecuta la reparación, y se afecta la calidad del producto
	Costo Por Pérdida De Producción	En el que se incurre si no se ejecuta la reparación, y se afecta la cantidad del producto.
	Costo de Mantenimiento Aplazado	En el que se incurre si no se ejecuta la reparación; comprende mano de obra directa y materiales.
	Costo Por Retrabajo	En el que se incurre si no se ejecuta la reparación, y se afecta la cantidad de mano de obra que interviene en el proceso.
	Costo Por Seguridad	En el que incurre si no se ejecuta la reparación, y se afecta la seguridad de los trabajadores que intervienen en el proceso.

Tabla 3: Cálculo de factores de índice ICGM.⁴⁶

1.5.2 Índice ICGM Simplificado

En esta metodología se siguen una serie de pasos. El primero consiste en conformar un comité de expertos y conocedores del tema de mantenimiento, producción y finanzas. En el segundo paso se registra toda la información relevante al inventario de los activos fijos de la organización, se toman en cuenta la infraestructura, maquinaria y todos los recursos físicos de la empresa. En el tercer y último paso, el comité se reúne y evalúa la importancia de cada uno de los recursos registrados en el paso dos (2), con el fin que se le asigne un valor de acuerdo a

⁴⁶ DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el Mantenimiento Industrial, Segunda Reimpresión, México DF. 2000 p.100 ISBN 968-26-1089-3



la importancia del mismo. La importancia se refiere a la repercusión para la calidad del producto y la productividad del proceso del recurso a estudiar.

Se plantea una escala de 1 a 10 de acuerdo a los die grupos de recursos, que se muestran en la tabla 4 con los criterios que se deben evaluar para el desarrollo del tercer paso. La tabla 5 es la base de los criterios para calcular el factor de trabajo. A cada uno de los criterios se les asigna un valor de acuerdo al impacto en la productividad y según el grupo en que quede clasificado el aspecto analizado, se le asigne una puntuación.

Finalmente, se procede a multiplicar los factores y a obtener la calificación para cada caso, y el valor que sea mayor en magnitud deberá ser el que sea atendido prioritariamente y el orden es dictado en forma descendente, atendiendo los problemas que menos puntaje obtienen. Adicionalmente el índice *ICGM* permite ordenar las labores de acuerdo a su importancia con el fin de realizar un mejor elaboración de un presupuesto de mantenimiento y adicionalmente ordena en vitales y triviales la maquinaria con la que cuenta cada organización.

1.1.1 Inventario Jerarquizado En Mantenimiento

El inventario jerarquizado de mantenimiento o conservación es una metodología que permite mediante la aplicación del principio de Pareto y el índice *ICGM* generar un listado de los equipos, infraestructura o maquinaria a atender. La metodología es una combinación que permitirá identificar los diferentes niveles de conservación, los cuales identifican los recursos vitales, en los cuales se debe enfocar los trabajos de mantenimiento; los recursos importantes, recursos que cuando fallan generan problemas de importancia o costos considerables y finalmente los recursos triviales, clasificados como los recursos que no afectan significativamente el desarrollo del proceso productivo cuando presentan fallas o paros.

En general, lo que se hace es que se realiza el procedimiento que se explico en el índice *IBGM*, y al obtener las calificaciones del factor máquina para cada uno de los recursos que deben ser atendidos para mantenimiento, se realiza con esas puntuaciones un diagrama de Pareto que permita clasificar los recursos en los recursos mencionados, vitales, importantes y triviales. Como ya se tiene la importancia relativa según el factor máquina, en forma descendente las puntuaciones mayores 10 y 9 son considerados vitales, las puntuación de 8 y 7 son clasificados como importantes y de 6 hasta 1 se clasifican como triviales. Cumpliendo con el principio 80 - 20. Para generar la clasificación en un grupo u otro, la habilidad de discernir del analizador para clasificar los recursos que se encuentran en las fronteras es básica, con el fin de poder generar un diagrama de Pareto adecuado a las necesidades planteadas. Es importante no olvidar que el Pareto que se realiza esta basado en la clasificación de priorización del índice *IBGM*, por lo tanto el mayor porcentaje (80% teórico) corresponderá a los recursos con una prioridad de atención baja.

Esta metodología desmiente la idea que el mantenimiento correctivo no se debe realizar, pues se tiene un plan de mantenimiento preventivo, pero por el contrario se debe realizar, solo se deben evitar las fallas de forma preventiva en los recursos vitales e importantes. Se debe clarificar que para los recursos de calidad trivial de igual forma se debe planear los mantenimientos preventivos, porque también hacen parte del proceso productivo e impactan en menor escala el flujo del proceso a través de la cadena.

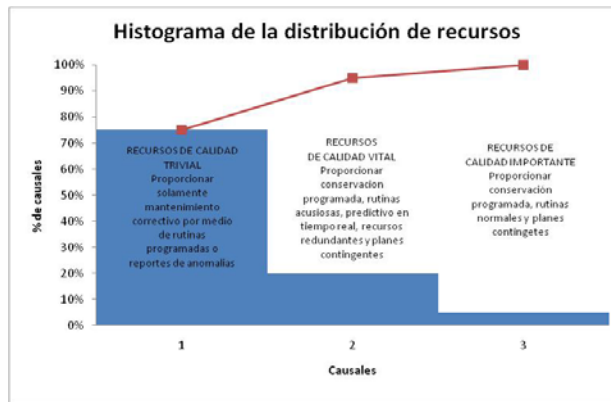


Ilustración 5: Histograma de distribución de recursos.⁴⁷

1.1.2 Costo Mínimo De Mantenimiento

El costo mínimo de mantenimiento es una metodología que busca controlar mediante el cálculo de un punto de referencia la cantidad y la calidad de las labores de mantenimiento que deben realizarse que generen el costo más bajo posible. Para el cálculo de los costos mínimo de mantenimiento se debe de antemano, conocer los costos de conservación y los costos de los tiempos de paro. “Llamemos costos de conservación a todos los ocasionados por el material y la mano de obra utilizados en el cuidado de los recursos, para permitir que estén adecuadamente preservados y proporcionen el nivel de servicio estipulado. Llamemos costos de tiempo de paro a los incurridos por un funcionamiento fuera de la calidad estipulada de una maquina, instalación o construcción, a cargo del departamento de conservación”⁴⁸, El cálculo de los costos de paro llevan implícito los siguientes parámetros:

- a) Producción Perdida: El valor financiero de los productos que salieron defectuoso debido a la falla del recurso.
- b) Desperdicio y reelaboración: El valor financiero de reelaborar el mismo producto y de gestionar los productos que son defectuosos, restando todo aquello que sea reutilizable.
- c) Deterioro del equipo, instalación o construcción: Depreciación de recurso que genero el proceso o el personal de mantenimiento.

La determinación de los costos de paros se debe realizar por la empresa, la metodología propuesta es la de realizar análisis entre especialistas de las áreas involucradas. Una vez se tienen los datos de ambos costos, se grafican por separado y la suma de los mismos, la suma de ambos costos se llamara el costo total. Una vez se tienen los datos de ambos costos, se grafican por separado y la suma de los mismos, la suma de ambos costos se llamara el costo

⁴⁷ Fuente: DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el Mantenimiento Industrial, Segunda Reimpresión, México DF. 2000 p.124 ISBN 968-26-1089-3

⁴⁸ DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el Mantenimiento Industrial, Segunda Reimpresión, México DF. 2000 p.127 ISBN 968-26-1089-3

total. Entonces el costo mínimo será el punto más bajo del costo total, que cumpla con la condición que trazando una línea perpendicular con el eje X pase por el punto de intersección entre la recta de los costos de mantenimiento y la curva de los costos de tiempo de paro.

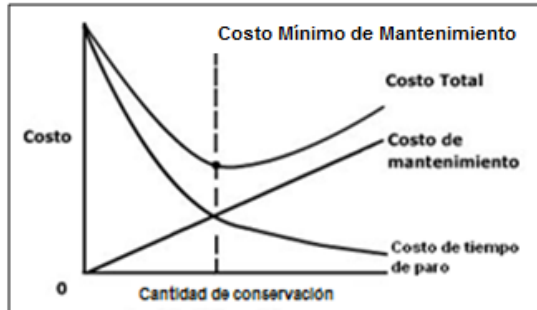


Ilustración 6: Costo fijo de mantenimiento.⁴⁹

En conclusión cuando el costo de mantenimiento es igual al costo de tiempo de paro se obtiene el costo mínimo de mantenimiento. Teniendo como fundamento esto, se establece el nivel de costos de mantenimiento, que es la relación entre el costo de mantenimiento y el costo de tiempo de paro, cuando esta razón toma el valor de 1 quiere decir que se encuentra en el punto de equilibrio.

$$\text{Nivel de conservación} = \frac{\text{Costo de tiempo de paro}}{\text{Costo de mantenimiento}}$$

El punto que se obtiene como costo mínimo, debe traducirse a la vida real como una zona óptima de costos. Es de especial cuidado no caer en la trampa de realizar muchos mantenimientos preventivos que conllevaran al incremento de costos hasta llegar al punto de hiperconservación, punto en el cual se realizan un gran número de actividades de mantenimiento que los equipos comienzan a fallar por exceso de intervención y a representar grandes inversiones en costos por mantenimiento.

1.1.1 Mantenibilidad y fiabilidad de los equipos

La mantenibilidad es definida como la velocidad con que son identificados y solucionadas las fallas o funcionamiento defectuoso en una máquina. Los factores de los cuales depende son: lugar donde se hace el mantenimiento, habilidad del personal de instalación y mantenimiento, calidad de la operación y del mantenimiento, etc. La fiabilidad es definida como la probabilidad de que una máquina no falle ni presente un desempeño defectuoso, es decir, que su funcionamiento se comporte dentro de unos límites aceptables en un tiempo y situación determinada, restringiendo al equipo a su uso únicamente con el propósito planteado en su diseño original.

⁴⁹ En internet, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA En, <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4060030/lecciones/Capitulo%201/images/Imagen1.jpg>. Septiembre de 2008



CODIGO MAQUINA	CONCEPTO
10	RECURSOS VITALES. Aquellos que influyen en mas de un proceso. O cuya falla origina un problema de tal magnitud que la alta direccón de las empresas no está dispuesta a correr riesgos. Por ejemplo líneas de distribución de vapor. Gases, calderas, hornos o subestación eléctrica.
9	RECURSOS IMPORTANTES. Aquellos que, aunque están en la línea de producción, su función no es vital, pero sin ellos no puede operar adecuadamente el equipo vital y, además, no existen máquinas redundantes o de reversa, como montacargas, grúas, frigoríficos, transportadores de material hacia líneas de producción, etcétera
8	RECURSOS DUPLICADOS SITUADOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN, similares a los anteriores(9), pero de los cuales no existe reserva.
7	RECURSOS QUE INTERVIENEN EN FORMA DIRECTA EN LA PRODUCCIÓN, como: dispositivos de medición para el control de calidad, equipos de prueba, equipos para el manejo de materiales y máquinas de inspección, entre otros.
6	RECURSOS AUXILIARES DE PRODUCCIÓN SIN REPLAZO, tales como: equipos de aire acondicionado para el área de pruebas, equipos móviles, equipo para surtimiento de materiales en almacén.
5	RECURSOS AUXILIARES DE PRODUCCIÓN CON REPLAZO, similares al punto anterior, pero que sí tienen replazo.
4	RECURSOS DE EMBALAJE Y PINTURA, como: compresoras, inyectores de aire, máquinas de pintura de acabado final, y todo aquello que no sea imprescindible para la producción y de lo que, además, se tenga replazo.
3	EQUIPOS GENERALES. Unidades de transporte de materiales o productos, camionetas de carga, unidad refrigeradora, equipos de recuperación de desperdicios, etcétera.
2	EQUIPOS PARA LA PRODUCCIÓN Y SISTEMAS DE SEGURIDAD, alarmas, pasillos, almacenes, calles o estacionamientos.
1	EDIFICIOS E INSTALACIONES ESTÉTICAS. Todo aquello que no participa directamente en la producción: jardines, campos deportivos, sanitarios, fuentes, entre otros.

Tabla 4: Los criterios para la elaboración del código de máquina.⁵⁰

CODIGO TRABAJO	CONCEPTO
10	PAROS: Todo aquello que se ejecute para atender las causas de pérdida del servicio de la calidad esperada, proporcionado por la máquinas, instalaciones y construcciones, vitales e importantes; o aquellos trabajos de seguridad hechos para evitar pérdida de vidas humanas o afectaciones a la integridad física de los individuos.
9	ACCIONES PREVENTIVAS URGENTES: Todo trabajo tendiente a eliminar los paros o conceptos discutidos en el punto anterior(10), que pudieran seguir en inspecciones, pruebas, avisos de alarma, etcétera.
8	TRABAJOS DE AUXILIO A PRODUCCIÓN: Modificaciones tendientes a optimizar la producción, o surgidas por cambio de producto o para mejorar el mismo.
7	ACCIONES PREVENTIVAS NO URGENTES: Todo trabajo tendiente a eliminar a largo plazo los paros o conceptos analizados en el punto (10); lubricación, atención de desviaciones con consecuencias a largo plazo, trabajos para eliminar o reducir la labor repetitiva, entre otros.
6	ACCIONES PREVENTIVAS GENERALES: Todo trabajo tendiente a eliminar paros, acciones preventivas urgentes, acciones preventivas no urgentes y donde no se hayan visualizado posibles fallas.
5	ACCIONES RUTINARIAS: Trabajos en máquina o equipos de repuesto, en herramientas de conservación y rutinas de seguridad.
4	ACCIONES PARA MEJORA DE LA CALIDAD: Todo trabajo tendiente a mejorar los resultados de producción y de conservación.
3	ACCIONES PARA LA DISMINUCIÓN DEL COSTO: Todo trabajo tendiente a minimizar los costos de producción y conservación que no esté considerado en ninguna de las anteriores categorías(mejora del factor de potencia eléctrica en la fábrica, disminuir la temperatura de la caldera de suministro de agua caliente en verano, etcétera.)
2	ACCIONES DE SALUBRIDAD Y ESTÁTICA: Todo trabajo tendiente a asegurar la salubridad y conservación de muebles e inmuebles donde el personal de limpieza no puede intervenir, debido a los riesgos o delicadeza del equipo por atender (pintura, aseo o desinfección de lugares como subestación eléctrica y salas de computación, entre otros)
1	ACCIONES DE ASEO Y ORDEN: Trabajos de distribución de herramientas y aseo de instalaciones de departamento de conservación.

Tabla 5: Los criterios para la elaboración del código de trabajo.⁵¹

⁵⁰ Fuente: DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el Mantenimiento Industrial, Segunda Reimpresión, México DF. 2000 p.103 ISBN 968-26-1089-3

⁵¹ Fuente: DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el Mantenimiento Industrial, Segunda Reimpresión, México DF. 2000 p.104 ISBN 968-26-1089-3



Mantenibilidad	Fiabilidad
Se necesita poco tiempo para restaurar	Pasa mucho tiempo para fallar
Existe una alta probabilidad de completar la restauración	Existe baja probabilidad de falla
El tiempo medio para la restauración es pequeño	El tiempo medio entre fallas es grande
Se tiene alta tasa de restauración.	Se tiene tasa baja de fallas

Tabla 6: Criterios entre Mantenibilidad y fiabilidad.⁵²

El valor ideal de la fiabilidad es del 100%. Cuando se tiene maquinarias en serie, para calcular la fiabilidad lo que se hace multiplicar los valores de fiabilidad de cada equipo para obtener así la fiabilidad general del sistema.

$$FST = Fsp1 * Fsp2 * \dots * FspN$$

Cuando el sistema se configura en paralelo, se tiene el dato de la fiabilidad y con base en este se procede a calcular la no fiabilidad a partir de la siguiente ecuación:

$$Nsp = 1 - Fsp$$

Donde, Nsp es la no fiabilidad de la máquina y Fsp es la fiabilidad de la máquina. Luego se aplica la siguiente fórmula para calcular el Nspt o no fiabilidad del conjunto en paralelo.

$$Nspt = Nsp1 * Fsp * Nsp2 * Fsp2 * \dots * NspN * FspN$$

Finalmente, se calcula el Fspt empleando la siguiente formula.

$$Fspt = 1 - Nspt$$

1.1.2 Plan de contingencia

El plan de contingencia es el resultado final del trabajo de mantenimiento, en el se incluyen los procedimientos y parámetros para el desarrollo de una mantenimiento eficiente, que han sido planteados, de acuerdo al análisis de todos los datos recolectados. Aunque sea el resultado final, no constituye la parte final de la gestión de mantenimiento, ya que posterior a generar el plan de contingencia, se debe implementar y evaluar en un periodo de tiempo prudencial el desarrollo del mismo. Esto con el fin de evaluar y comparar lo planteado con lo que ha sucedido. Los planes de contingencia deben ser altamente flexibles para que se adapten a los requerimientos especiales que se vayan presentando, usualmente los planes de mantenimiento tienen que ser revisados anualmente para efectuar los cambios que sean necesarios.

La estructura del plan de contingencia está conformada por los siguientes aspectos que se deben registrar por escrito en un documento o en medio electrónico:

- I. Nombre del plan

⁵² DOUNCE VILLANUEVA, Op. cit.,p.137



- II. Recursos Humanos que lo integran.
Quienes son los responsables, creadores y operadores del plan.
- III. Problemática o información general.
Indica la justificación del plan, ¿porqué es importante? ¿Que beneficios conlleva? Y todos los demás que el creador del plan considere que son relevantes y útiles para la aplicación del mismo.
- IV. Objetivo inmediato.
Que se pretende con el plan.
- V. Políticas
Son los lineamientos estructuradores del plan, que sirven como base para las acciones que se implementara.
- VI. Procedimiento general de acción.
Que acciones y procedimientos seguir para hacer cumplimiento efectivo del plan.

1.1.3 Costos y presupuesto para el mantenimiento.

“Hay dos objetivos generales en cualquier sistema de costos. Uno es proporcionar una actividad de contabilidad con la información requerida para una teneduría de libros apropiada. El otro es proporcionarle al departamento de operación la información requerida para su control interno y la evaluación de su funcionamiento.”⁵³

Dentro de los costos totales de una compañía, existe un rubro el cual está asociado al mantenimiento, Costos de mantenimiento, el cual tiene cinco categorías principales:

1. Equipos nuevos, mejoras y reemplazos, incluyen todos los esfuerzos en términos financieros que realiza el departamento de mantenimiento para modificar o reemplazar nueva maquinaria.
2. Costos de reparaciones por averías, son los costos en que se incurre por concepto de mantener la planta con la infraestructura física que cuenta en buen estado de forma que funcione adecuadamente para el desarrollo del proceso productivo.
3. Costos de desmantelamiento, son los costos en que se incurre para remover los equipos que han sido reemplazados o que son obsoletos.
4. Costos de la producción del mantenimiento, hacen referencia a los costos en que se incurre para que se puedan desarrollar las actividades del mantenimiento, como por ejemplo combustible, agua, electricidad, el costo de la hora hombre y de la hora maquina.
5. Costos varios, son los demás costos que se dan por concepto de mantenimiento, los más comunes son servicio de limpieza, remoción de basura, servicio de limpieza de maquinaria, etc.

Estos costos se generan a partir de las actividades asociadas al plan de mantenimiento, el cual es dirigido y gestionado por el área de mantenimiento de la compañía. Los gastos indirectos, son todos aquellos costos que son compartidos por todas las áreas funcionales, unidad de negocio o departamentos que componen la organización. Por consiguiente, el departamento de mantenimiento como parte de una organización, no está exento de generar costos indirectos

⁵³ KNIGHT, Charles E. Registro, resumen y distribución de los datos de los costos. En: MORROW L.C. Manual de Mantenimiento Industrial *et al.* México DF. Compañía Editorial Continental, S.A. 1974. p.433



que se pueden agrupar dentro de las siguientes categorías: equipos, servicios e infraestructura. La distribución de estos mismos depende únicamente de cómo la compañía decide manejar el tema, la distribución por dinero gastado es el método mediante el cual se asigna un porcentaje del costo proporcional al dinero empleado en cada rubro o al servicio prestado. Otro método utilizado es la distribución de acuerdo a las horas hombre empleadas en cada uno de los servicios prestados, la distribución por personal servido es una metodología que tiene en cuenta la cantidad de personas beneficiadas por la prestación del servicio para ponderar la distribución de los gastos. Las metodologías señaladas anteriormente son solo unas pocas de las que existen (distribución por espacio ocupado, distribución por energía consumida, etc.). Existe una metodología específica que involucra al área de mantenimiento, es la distribución por el valor monetario del equipo mantenido la cual tiene en cuenta el costo de lubricación teniendo como base el equipo al que se le presta este servicio.

La información que se genera en el área de mantenimiento debe ser manejada mediante la utilización de informes de costos que servirá como un reporte para conocer cuánto cuesta y que beneficios conlleva. La forma como se procese esta información va influida de acuerdo a las políticas contables de la compañía. El registro de los costos se recomienda debe darse de acuerdo a los elementos básicos del costo, equipo, suministros, mano de obra, servicios externos y gastos indirectos de mantenimiento y de la planta. Este último rubro, causa especial interés debido al tema tratado, los gastos indirectos de mantenimiento de la planta se dividen usualmente en dos: costo de operación, que son los recursos empleados para el desarrollo de las operaciones de mantenimiento) y el alquiler o renta, o los gastos indirectos por uso de infraestructura, servicios públicos, depreciación, impuestos, etc.

A partir de la estimación de los costos, se genera un presupuesto para el mantenimiento, el cual tendrá como fin definir cuantos recursos financieros se asignan al departamento de mantenimiento y como ha de utilizarse. Los presupuestos para el área de mantenimiento se deben basar en los pronósticos de costos de las actividades preventivas y las correctivas; como el mantenimiento es impredecible, dependen de variables incontrolables que basadas en el juicio humano y su apreciación del efecto causado por las mismas, servirán como fundamento para el cálculo de los pronósticos. Los pronósticos no ofrecen una exactitud del 100%, pero sirven como guía ya que varían dentro de un rango con límites preestablecidos que son aceptables para la planificación y creación en este caso particular, de un presupuesto.

Los presupuestos se clasifican como de reparación o de acuerdo a los costos de operar un departamento que se encarga del mantenimiento. Los presupuesto de reparación es un costo invariable que permanece constante en el tiempo, este tipo de presupuestos tienen como objetivo apoyar a los departamentos de producción para la planeación de los costos para la fabricación de un producto. Los presupuestos en el área de mantenimiento pueden prepararse de acuerdo a las operaciones preventivas encaminadas a las inspecciones y cambios y/o reparaciones que no son causados por falla de la maquinaria, y las operaciones correctivas encaminadas a las actividades de soporte en el momento en que una maquina o equipo falla.

El costo de las actividades preventivas es fácilmente calculable, debido a que como se explicaba, estas son derivadas de la planeación y en la medida que la compañía tenga una filosofía proactiva se cuenta con un fundamento proveniente de datos históricos que muestran tendencias y un comportamiento de los gastos con el fin de destinar el dinero necesario para el



desarrollo de las operaciones de mantenimiento preventivo. En conclusión, contamos como compañía con la información sobre que maquinaria debe ser reparada el próximo periodo del presupuesto, el problema radica es en las fallas inesperadas que de forma aleatoria ocurren para las cuales tenemos que de forma arbitraria destinar una cantidad indeterminada de nuestro presupuesto. “Un porcentaje muy pequeño del gasto total anticipado sería de naturaleza impredecible”⁵⁴

Finalmente, la experiencia en el manejo de costos es clave para la preparación de los presupuestos, y su exactitud se incrementara de acuerdo a la rigurosidad para analizar las variables y los datos históricos disponibles.

6. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE LA CANTERA SALITRE BLANCO.

6.1 MISIÓN

“Aguilar Construcciones S.A es una empresa fundamentada en la prestación de servicios de ingeniería tales como la construcción, reconstrucción, mantenimiento, diseño, rehabilitación de vías, puentes, pistas de aeropuertos, parques recreacionales y de cualquier obra de ingeniería civil inimaginable, de excelente calidad, con profesionalismo, honestidad y cumplimiento, velando siempre por el cumplimiento de los requerimientos sugeridos por el cliente

Además de esto, es el representante para Colombia de los modificadores de asfalto Upgrade de la Basf, prestando de esta forma otro servicio como lo es el de compra de este producto o producción del mismo de acuerdo a modificaciones acordadas con el cliente.⁵⁵

6.2 VISIÓN

“Aguilar Construcciones S.A. plantea un crecimiento económico de cuatro veces sus utilidades presentadas en los cinco pasados años, posicionándose como una empresa económicamente sólida, lo cual la lleva a mejorar la prestación de sus servicios cada día con ayuda de factores como su recurso humano calificado, tecnología de punta y siempre en aras de cumplir con los estándares más altos de calidad en la prestación del servicio al cliente.

Aguilar Construcciones S.A. se convierte en una empresa pionera en su sector, no solo por el desarrollo de obras civiles sino por la visión del manejo de nuestros recursos humanos, generando una estructura organizacional donde las jerarquías de poder tradicionales se eliminan, fusionando aun más la parte administrativa y la parte operacional de la compañía, creando una comunicación entre los jefes administrativos y los operarios de plantas relaciones más estrechas que nos permitan el mejoramiento y crecimiento continuo.”

⁵⁴ *Ibid.* P. 453

⁵⁵ Grupo Aguilar – Aguilar Construcciones S.A & Altron S.A. Planeación estrategia



6.3 PRINCIPIOS Y VALORES

Los principios y valores seguidos por grupo Aguilar se listan a continuación:

- *Tecnología Y Desarrollo*, Alta tecnificación de los procesos, métodos y procedimientos reflejados en la calidad de nuestros productos para que repercuta en la satisfacción de los clientes con nuestros productos y servicios. El Grupo Aguilar es un líder en la implantación, ejecución y control de nuevas maquinarias y tecnologías las cuales permitan cada día mejorar y adaptarnos a la fuerza tecnológica que exige y ofrece nuestro mercado.
- *Innovación*, Ofrecimiento de soluciones innovadoras para el sector, con el fin que nuestros clientes se sientan satisfechos con nuestros productos y servicios, adaptando las especificaciones y características de los productos y servicios a las necesidades del medio con total determinación, construyendo asociaciones duraderas y estables.
- *Profesionalismo*, Cumplimiento de todas las exigencias, estándares y especificaciones del mercado, el estado y el cliente. En un escenario globalizado y en constante mutación, debemos adaptar nuestros productos y servicios, a las necesidades y exigencias del mercado, transformándonos en los socios preferenciales de nuestros clientes.
- *Rentabilidad*, mediante la utilización eficiente de nuestros recursos y el aprovechamiento de las ventajas competitivas garantizamos una atractiva rentabilidad, superior a la del mercado, siempre orientados hacia la obtención de beneficios para nuestros *stakeholders*⁵⁶.
- *Compromiso Y Motivación*, Impulsando la innovación y creatividad de todos nuestros colaboradores y trabajadores, permitiendo el aporte de ideas de todas las partes de la organización. Con una proyección guiada hacia las personas, capacitando nuestros recursos humanos hacia el éxito y la búsqueda de profesionales capaces y responsables de forma que todos contribuyamos a la maximización del beneficio común.
- *Responsabilidad*, Todos los miembros y clientes (internos y externos) del Grupo Aguilar, estamos comprometidos a nivel social, ecológico, económico y organizacional, consientes de nuestra función como organización dentro de la sociedad, en la permanente búsqueda de los beneficios para todos los participantes de nuestra sociedad. Como compañía involucrada en la extracción de materias primas, tenemos políticas claras sobre protección y conservación del medio ambiente reguladas de acuerdo a las entidades gubernamentales pertinentes.”

6.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO INCLUYENDO MÁQUINAS Y EQUIPOS QUE INTERVIENEN.

El método de extracción y procesamiento de materiales de construcción para el área de producción de Grupo Aguilar - Aguilar construcciones S.A. & Altron S.A. es un método mejorado

⁵⁶ Anglicismo, StakeHolders, se refiere a todos los clientes y participantes de las actividades de la compañía



en el cual mediante la utilización de la maquinaria con la que cuenta Grupo Aguilar en la cantera Salitre Blanco, se optimiza el proceso en términos de tiempo, costos, materias primas, El proceso es el siguiente:

Comment [T2]: Por favor tener mucho cuidado con el uso de la terminología usada en el trabajo (METODO, PROCESO, METODOLOGIA, ETC.) Estos algunas veces son intercambiables pero otras tiene un significado específico y si no se usa correctamente puede confundir al lector.

1. Remover Estériles: Ésta es una de las operaciones que toma el mayor tiempo de ejecución y planeación dentro de la explotación minera de la cantera debido a que previo a comenzar con los elementos, se debe definir cuál va a ser la zona a explotar según las características del material de la roca de la zona y la planeación de la producción.

Comment [T3]: Proceso de planeación y programación de la producción.

La remoción de estériles se divide en tres elementos:

- *Remoción de capa vegetal:* El buldócer se encarga de remover la capa vegetal del terreno seleccionado con ayuda de la fresadora.
 - *Levantamiento de suelo superficial:* La retroexcavadora retira el suelo superficial donde se encuentra la materia prima de la explotación.
 - *Nivelar suelo para ser explotado:* El buldócer, utiliza su pala en este caso no para remover, sino para nivelar el suelo donde se va a realizar la explotación de roca.
2. Explotar y fracturar cara de la roca: Luego de tener el terreno (zona de explotación) dispuesta para la explotación minera, se fractura el suelo lo máximo posible con la retroexcavadora con martillo para luego explotarlo.
 - *Fractura de suelo con retroexcavadora con martillo:* La retroexcavadora, fractura la roca más superficial del suelo con su martillo para lograr explotar el suelo más adelante.
 - *Extracción de suelo fracturado:* Una retroexcavadora con balde rockero, se encarga de retirar el suelo fracturado para explotar el suelo más rígido y menos superficial.
 - *Explotación del suelo:* Con ayuda de cemento de expansión, se explota el suelo para repicar y triturar la roca resultante de esta operación.
 3. Repicar roca: El martillo hidráulico de la retroexcavadora repica la roca hasta cambiar su tamaño a rajón (es un tamaño grande pero que permite la trituración primaria evitando el daño de la máquina y que la retroexcavadora lo mueva hacia ella).
 4. Cargar a primaria: En esta operación, la retroexcavadora con balde rockero no sólo recoge la roca tamaño rajón sino que a su vez, la deposita en el impactor de martillo para ser triturada.
 - *Cargue de roca repicada en balde rockero:* El balde rockero recoge las rocas tamaño rajón y más pequeñas para pasar a trituración primaria.
 - *Depositar carga a trituración primaria (impactor de martillo):* Después de transportar, la retroexcavadora inclina el balde rockero y deposita el contenido en el impactor con martillo para ser triturado.

Comment [T4]: Hay indicadores asociados al desempeño de estos procesos ¿?



5. Trituración primaria: Consiste en disminuir considerablemente el tamaño de la roca que se encuentra de rajón para lograr la trituración final en tolva y criba de base.
 - *Triturar roca tamaño rajón:* El impactor de martillos Harlt tritura las rocas tamaño rajón y más pequeñas.
 - *Salida de roca triturada por banda transportadora a banda rígida:* La roca triturada sale para ser transportadas a trituración secundaria.
6. Descargar a secundaria: La volqueta rígida recibe, transporta y descarga el material triturado a trituración secundaria.
7. Tolva y criba de base: La tolva recibe y selecciona la roca según características del producto programado en la orden de producción y la criba transporta la roca seleccionada hacia el impactor.
 - *Abastecimiento de roca triturada en tolva:* La tolva recibe roca triturada de trituración primaria.
 - *Seleccionar roca con destino al impactor principal:* La tolva activa su subsistema de selección de material según características específicas para pasar al impactor principal.
 - *Salida de material por criba de base:* El material triturado pasa por la criba para llegar al impactor principal.
8. Inspección para evitar atascamientos: En esta operación, se revisa visualmente la alimentación de la trituración primaria, la idea, es inspeccionar que no se presenten atascamientos.
9. Trituración secundaria (Martillar material): El impactor recibe las rocas seleccionadas por la tolva y éstas son martilladas con un martillo hidráulico indeco hp7000.
 - *Abastecimiento del impactor con roca seleccionada:* La criba abastece al impactor para la trituración secundaria.
 - *Martillar con martillo hidráulico:* Mediante el sistema de barrotos se martilla el material con un martillo hidráulico indeco hp7000.
10. Criba y salida de productos: Debido a que de la explotación minera salen tres productos diferentes, la criba los separa para que al salir por las bandas transportadoras, cada uno llegue a su respectivo lugar para luego ser pesados.
 - *Selección de material triturado según especificaciones:* El subsistema de criba realiza la selección de material según especificaciones de los productos
 - *Salida de material por banda transportadora:* Los productos salen por la banda transportadora para su posterior pesaje



11. Carga de productos pesados en kilogramos: Los productos son pesados en kilogramos con la báscula y llevados a bodega.

6.4.1 *Listado De Herramientas Y Equipos*

A continuación se nombran las maquinarias utilizadas para cada actividad del proceso

- Remoción de estériles: Buldózer D85A, Komatsu PC 400 LC, Euclid 3217, Euclid 3218
- Explotación: Cemento de Expansión. Retroexcavadora con Martillo. Cat345B Komatsu PC400 LC, Komatsu PC228, martillo Indeco, camión Ford
- Repicar roca y cargar a primaria: Retroexcavadora con Martillo hidráulico, Retroexcavadora con Balde Rockero- Komatsu PC 228, Komatsu PC 400 LC – brigadier.
- Trituración Primaria: Impactor de Martillos Harlt PC 1380 J, Euclid 3217, Euclid 3218
- Transporte a Secundaria: Volquetas Rígidas Fuera de Carretera EUCLID 35R. Referencia 3217 y 3218
- Trituración secundaria: Tolva y Criba de Base e Impactor (Martillo hidráulico indeco hp7000.), planta eléctrica 1 y 2, tablero de control, Impactor, zaranda, bandas rodillo, chumaceras, cargador PC 420, soldador de ACPM, Soldador de gasolina
- Salida de Productos: Criba seleccionadora y bandas transportadoras.
- Línea Móvil de Conos: esta maquinaria es una maquinaria adicional de trituración con menos capacidad que se adquirió para aumentar la capacidad de la cantera.

6.5 ESPECIFICACIÓN DE PRODUCTOS

El producto tiene diferentes especificaciones de acuerdo a la fase del proceso en la que se encuentre, para que la roca sea llevada a la trituración primaria debe tener el tamaño Rajón, de esta forma puede ser transportada por el balde rockero de la retroexcavadora. Luego de la trituración primaria la roca sale con una dimensión de 10cm y una variación de más o menos 5, con estas dimensiones es transportada. Con estas dimensiones el material en proceso es transportado a la trituración secundaria. De la trituración secundaria se obtienen los diferentes productos que se mencionan a continuación con los volúmenes promedio de producción de la cantera de Salitre Blanco:



PRODUCTO	VOLUMEN [M3]
Base	19.586,70
Area	11.766,75
Gravilla de 3/4 de pulgada	4.494,17
Gravilla de 1/2 de pulgada	4.325,85
Sub-base	2.808,45
Filtro	1.563,91
Gravilla de 1 pulgada	393,45

Tabla 7: Volumen de productos producidos.

6.6 DIAGRAMAS DE PROCESOS

A continuación se muestran los resultados de los análisis de los diagramas correspondientes, cada uno de los diagramas se encuentran anexos según la relación que se presenta a continuación:

DIAGRAMA	ANEXO
Diagrama de operaciones	7
Diagrama de flujo	8
Diagramas hombre-máquina	9
Diagrama de cuadrilla	10
Diagrama de relaciones	11
Diagrama de frecuencias	12
Diagrama de recorrido	13
Diagrama de máquinas	14

Tabla 8: Relación de diagramas.

Los análisis del diagrama de flujo y de cuadrilla se omitieron debido a que concuerdan con las conclusiones de los diagramas de operaciones y hombre-máquina. Se incluyen los diagramas porque fundamentan las conclusiones de los demás diagramas.

a. Diagrama de operaciones

Las operaciones de extracción minera se realizan siguiendo un esquema de línea recta, el cual una operación precede a otra sin que se den saltos entre las mismas, las materias primas ingresan al proceso y en principio pasan por su fase de preparación para ser trituradas. Las operaciones 1 y 2 son las de menor frecuencia y mayor duración, se realizan con poca periodicidad debido a que corresponden a alistamientos de las zonas que se van a explotar, las operaciones de 3 al 10 corresponden a las actividades propias de la explotación minera. Con frecuencia se presentan atascamientos en las operaciones de alimentación de las trituraciones lo que retrasa significativamente el tiempo total del proceso y en general el flujo del proceso en sí. Por tal motivo, se realizan las inspecciones a las operaciones de alimentación de las trituraciones con el fin de prevenir los posibles atascamientos.

Comment [T5]: Muy bien, si se puede incluir diagrama de procesos. Value Stream Mapping es una forma de diagramar procesos y cadenas de valor que permite encontrar oportunidades de mejora. Los diagramas de procesos que ya tienen les sirven para identificar mejoras específicas y reducción de desperdicios.



El proceso es continuo que no se detiene, las actividades ocurren de forma simultánea por lo que se busca la estandarización de las actividades para no afectar el flujo del proceso debido a prácticas incorrectas. El mantenimiento de la maquinaria es una pieza clave para fundamentar el argumento presentado anteriormente, ya que mediante el uso eficiente de los recursos y los tiempos para el desarrollo del mismo, se afecta mínimamente el flujo del proceso, por lo tanto se reducen los costos de tiempos improductivos.

b. Diagrama Hombre-máquina

Se realizó el diagrama Hombre- Máquina de acuerdo a las operaciones que realiza cada operario, este diagrama muestra el porcentaje de utilización de los recursos (mano de obra – y maquinaria) en correlación con ellos mismos. Se observa que en cada una de los procesos en que se dividió el diagrama se presentan tanto inactividades como improductividades lo que refiere una oportunidad de mejora.

- La utilización de los recursos - operarios de buldócer es adecuada ya que estos están activos el 100% del tiempo que realizan la operación que corresponde. Hay una baja utilización de maquinaria mientras se alimenta la trituración primaria, en total un 10.16% del tiempo la maquinaria está inactiva.
- El operario retroexcavadora con martillo y con balde rockero tiene un porcentaje de actividad elevado las detenciones corresponden a los momentos mientras carga a primaria en los cuales se detiene al haber alimentado toda la tolva de la primaria. La máquina esta activa el 100% del tiempo.
- El operario de trituración primaria en repetidas ocasiones se presentan atascamientos, por lo la máquina se pone improductiva y el operario debe realizar un mantenimiento correctivo. En conclusión hay una oportunidad de mejora para este operario el cual presenta tiempos improductivos en la alimentación de la trituración primaria, aproximadamente la mitad del tiempo total de la operación de cargue a primaria.
- El conductor de la volqueta rígida se encuentra inactivo mientras comienza a salir por la banda el primer material triturado: 14,65% del tiempo total. El resto del tiempo se encuentra activo.
- El operario Tolva y Criba esta activo aproximadamente el 68% del tiempo total de la operación con tolva y criba. Hay tiempos improductivos debido a los atascamientos que se presentan en la trituración secundaria. De forma análoga ocurre en la máquina.
- El operario de impactor se encuentra inactivo la mayoría del tiempo, debido a que la trituración en el impactor es un proceso automático y recubierto, el operario solamente revisa la alimentación de la misma.



c. Diagrama de frecuencias

En nuestro caso la frecuencia absoluta por operación es 1, de manera que ni el material ni el operario recorren más de una vez un mismo lugar de trabajo durante el ciclo correspondiente. Esto se concluye a partir de la tabla de frecuencias.⁵⁷

d. Diagrama de recorrido

El anterior diagrama es una representación del diagrama del proceso de obtención de arenas, bases, sub-bases, filtros y gravillas por parte del Grupo Aguilar, partiendo del diagrama de operaciones y del diagrama de flujo, donde indicamos el recorrido del producto por las diferentes etapas del proceso, desde la inicialización del proceso con materia prima virgen (operación 1 a 3) hasta la obtención de arenas y gravillas (producto como tal, operación 12). El diagrama posee 1 transporte, el cual es necesario para llevar las rocas trituradas previamente de la zona de trabajo primaria, a la zona de trabajo secundaria, con el fin de continuar con el proceso de trituración. Encontramos una demora entre la operación 8 y 9, las cuales se presentan debido a una serie de atascamientos una vez se descargan las rocas en las máquinas trituradoras. La distribución de la planta es la misma en todos los casos para la estación de triturado secundario, sin embargo, la estación de triturado primario varía de acuerdo a la zona en la cual se realizan las excavaciones para obtener la materia prima. En nuestro caso representamos el diagrama de recorrido para la ubicación de la zona de triturado primario presente durante nuestras observaciones. El diagrama posee 9 operaciones, 1 transporte y 1 demoras, tal como se especifica tanto en el diagrama de operaciones como en el diagrama de flujo. Podemos darnos cuenta de que la distancia entre la zona de triturado primario y la zona de triturado secundario es un poco extensa, de manera que aquí se presenta una oportunidad de mejora.

Comment [T6]: Es posible reducir la longitud del transporte si se mejoran los procesos de planeación y programación de producción (esta es una oportunidad de mejora a evaluar)

Comment [T7]: En este punto es en donde puede estar su aporte.

e. Diagrama de máquinas

El diagrama de máquinas⁵⁸ permite identificar la maquinaria asociada a cada una de las operaciones. La información que nos brinda este diagrama está registrada en el numeral 6.2.1 Listado de herramientas y equipos.

7. LA CADENA DE VALOR DE LA CANTERA SALITRE BLANCO

Comment [T8]: Tienen que mejorar la descripción de la cadena de valor, incluyendo sus integrantes (clientes y proveedores)

7.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE LA CADENA DE VALOR

La actividad de Grupo Aguilar es el procesamiento de emulsiones asfálticas y agregados y la construcción de obras civiles. Como tal, la compañía divide su cadena de valor en actividades primarias, actividades estratégicas y actividades de apoyo.

⁵⁷ Anexo 16: Tabla de frecuencias

⁵⁸ Anexo 14: Diagrama de máquinas Proceso de Extracción Minera – Grupo Aguilar.



Actividades primarias: Disgregando las principales actividades de la empresa y entendiendo la cadena de valor desde el proveedor hasta el cliente, tenemos como valores primarios las actividades implicadas en la producción del producto y su venta o entrega al comprador y la asistencia posterior a la venta.

- Compra de insumos: Involucra las actividades relacionadas con la compra, recepción, almacenamiento y distribución de insumos del producto (manejo de materiales, control de inventarios, devolución a los proveedores, etc.).
- Desarrollo tecnológico: Involucra todas las actividades relacionadas con la transformación de insumos en la forma final del producto (maquinado, empaque, ensamble, mantenimiento de equipo, etc.).
- Compra de partes y repuestos: Actividades asociadas con la recopilación de datos, almacenamiento y distribución física de partes y repuestos e inventarios. Así mismo incluye las actividades relacionadas con la prestación de servicios para realizar o mantener el valor del producto, como instalación, reparación y mantenimiento.
- Transporte: Actividades relacionadas con proporcionar un medio por el cual los compradores puedan acceder a los productos y servicios de forma preferencial y con las condiciones técnicas y ambientales adecuadas.

Actividades de apoyo: Son todas aquellas actividades que dan soporte a las actividades primarias y se apoyan entre sí, proporcionando el complemento perfecto para las funciones de la empresa.

- Recursos humanos: Actividades implicadas en la búsqueda, contratación, entrenamiento y desarrollo del talento humano con que cuenta grupo Aguilar.
- Apoyo administrativo: Son todas las actividades relativas a la administración de los activos fijos de la compañía y procesos asociados. Dentro de este grupo de encuentran las gerencias de las diferentes áreas y las secretarías adjuntas a las mismas.
- Jurídico: Se refiere al apoyo legal integral para los procesos de la compañía. Lo integra el departamento jurídico de la compañía.
- Auditoría y control: Son todas las actividades relativas al control y auditoría de los procesos internos de la compañía. La auditoría y control se divide en la gerencia administrativa que retroalimenta las labores administrativas como tal y para el caso de las plantas: el área de calidad retroalimentando los productos finales y materias primas; y la gerencia de la planta, que retroalimenta las actividades administrativas propias de las plantas y canteras.
- Gestión financiera: Son todas las actividades relativas a la gestión financiera de la compañía, tales como inversiones y costos. Integrado por el área de contabilidad, tesorería y finanzas.
- Mercadeo: Se refiere a todas las actividades tendientes al convencimiento del cliente para la adquisición del producto. Integrada por el área comercial.
- Operaciones y tecnología: hace referencia a las actividades de valor representadas en tecnología, sea de conocimientos (*know how*⁵⁹), procedimientos, o la tecnología dentro

⁵⁹ Anglicismo, Know how, Se refiere al conocimiento de la compañía sobre sus procedimientos y operaciones.



del proceso. Integrada por: Distribución y Transporte, Ingeniería e investigación, Almacenes y bodegas.

Actividades estratégicas: Las actividades estratégicas son desarrolladas por la gerencia general de la compañía contando el apoyo de la gerencia administrativa. Estas actividades se refieren a la creación de estrategias que aumenten la rentabilidad de las compañías y del grupo en general, aumentando los beneficios a los *skateholders*⁶⁰ y generando valor al negocio y la operación del mismo. Estas actividades traen como resultados directrices de funcionamiento, tanto para la parte operativa como para la administrativa, es decir que involucra directamente a cada una de las áreas del grupo.

Todas estas actividades que desarrolla la compañía son posibles si se cuenta con las materias primas e insumos necesarios para el desarrollo de los procesos productivos de grupo Aguilar. Los principales proveedores que posee la compañía se listan a continuación:

- ✓ ECOPETROL
- ✓ MAGOTEAX, INC
- ✓ UNIVERSAL DE COMBUSTIBLES
- ✓ ESAPETROL
- ✓ SISTEMEC INGENIERIA
- ✓ MERCALLANTAS

Es importante resaltar que para el caso de la cantera Salitre Blanco, las materias primas provienen de los terrenos en que funciona la cantera, los cuales son propiedad de grupo Aguilar. Los insumos para la maquinaria son en su mayoría comprados a Caterpillar, proveedor de maquinaria y equipos especializados para la extracción y dependiendo de la pieza y/o herramienta se importan o no sus respectivos repuestos. Fiza Ltda. es la empresa encargada de brindar las soluciones para el mantenimiento de maquinaria. El poder de negociación de los proveedores es alto puesto que a las empresas a las que Grupo Aguilar les compra son compañías muy grandes y fuertes en el mercado, y las compras realizadas por la empresa no impactan su flujo de caja.

En el otro extremo de la cadena, se encuentran los clientes del grupo, quienes son los que consumen los productos y servicios ofrecidos por grupo Aguilar. Los clientes se pueden diferenciar en 2 grandes grupos: Empresas del grupo (principal comprador de los productos de la cantera aproximadamente el 75%) y empresas del sector de la construcción y materiales de construcción: las cuales adquieren productos y servicios para enriquecer sus respectivos procesos productivos. Entre los principales clientes encontramos:

- ✓ INCONAL
- ✓ SUAREZ Y SILVA
- ✓ CONSORCIO C & C
- ✓ ICEIN S.A
- ✓ CONCAY S.A

⁶⁰ *ba.* Pg 39

- ✓ CONALVIAS
- ✓ JAIME BOCANEGRA
- ✓ SAIN MURCIA

El poder de negociación de los clientes es bajo, ya que debido a lo pequeño, en tamaño, que representa el sector, las relaciones entre los integrantes del mismo se dan de forma amistosa y se fundamentan en políticas de competencia leal manteniendo precios similares en los productos y servicios ofrecidos.

En la parte de transporte y distribución, El grupo Aguilar cuenta con una flota de tractomulas que sirven para el transporte desde la planta en Villeta y Mosquera de los productos terminados para finalmente ser distribuidos según requerimientos. En caso que la capacidad se vea sobrepasada se contrata a terceros para que movilicen los productos. Todos estos términos de distribución y transporte dependen de la negociación con los clientes.

Finalmente Altron S.A provee materias primas a Aguilar Construcciones; ambas empresas hacen parte del grupo para la construcción y mantenimiento de los proyectos. (Concesión Sabana de Occidente o proyectos con el IDU o DEVISAF).

7.2 CADENA DE VALOR DETALLADA

El gráfico de la cadena de valor se encuentra en el Anexo 17.



Ilustración 7: Cadena de valor detallada Grupo Aguilar.

7.3 CICLO PRODUCTIVO

A continuación se hace una breve explicación de cada uno de los flujos que se observan en el ciclo productivo:

1. Los requerimientos del cliente son obtenidos por el área comercial a través de llamadas telefónicas, e-mails, reuniones con proveedores y/o demás medios verbales y escritos que son realizados en ambos sentidos con el fin de tener claro lo que el cliente quiere.
2. El área comercial traduce la información suministrada por el cliente en requerimientos de pedido por parte de los clientes demandantes de algún producto.

Comment [T9]: Mejorar este diagrama para que sea mas claro y se identifiquen mejor los flujos de producto, información y dinero.



3. El área de finanzas y contabilidad de la compañía suministran a la gerencia administrativa el presupuesto con el que cuenta para llevar a cabo la producción, con su respectivo apalancamiento.
4. Recursos humanos informa a la gerencia administrativa acerca de la cantidad y disponibilidad en recursos con que cuenta la compañía, para que se generen así datos de proyección de producción (tamaños de lotes, horas hombre).
5. De acuerdo a la información recogida anteriormente y teniendo en cuenta los requerimientos en tiempo y cantidad del cliente, se fijan los horizontes de producción se obtienen el tamaño de los lotes producidos de acuerdo a la capacidad instalada en la planta.
6. El departamento de ingeniería realiza un informe en donde están detalladas las especificaciones del producto y éste es suministrado a la subgerencia técnica. Las especificaciones técnicas son medidas de referencia que van acorde a las especificaciones técnicas de las entidad territorial correspondiente (IDU, INVIAS y/o otra dependencia).
7. Investigación Y Desarrollo se encarga de informar a la subgerencia técnica acerca de novedades y avances que se llevan a cabo en materiales y maquinaria utilizada en el proceso. Tanto en el desarrollo de nuevas características en el laboratorio propio, como producto de investigaciones externas.
8. La subgerencia técnica elabora un informe donde se consolida la información de maquinaria, materiales e insumos disponibles en el mercado. Se presenta la factibilidad, funcionalidad y viabilidad de cada uno de las opciones presentadas.
9. Se suministra a la jefatura de producción información relacionada con planeación y control necesario para saber cantidades que se requieren, materias primas e insumos utilizados, fecha de entrega, disponibilidad de recursos, métodos de distribución y almacenaje, *lead times*⁶¹ y condiciones generales especificadas por el cliente. Simultáneamente se ordena la elaboración del plan de producción.
10. La jefatura de producción recibe un informe de la materia prima disponible en almacén inventarios disponibles, stock en tránsito y stocks en control de calidad. Este informe contiene la programación de la producción con hojas de ruta del proceso, patrones y realización de pruebas pilotos en los laboratorios para conocer el comportamiento del material mediante muestreo.
11. Este proceso identifica los proveedores potenciales para realizar compras. Se tiene en cuenta el desarrollo de los proveedores y la experiencia de servicio. A partir de los inventarios disponibles y las necesidades para la producción, se generan órdenes de compras a cada uno de los proveedores correspondientes.

⁶¹ Anglicismo, Lead Time, Tiempo de entrega desde obtención de recursos hasta despacho en destino.

12. Se gestiona con el proveedor de acuerdo a su capacidad las entregas de las materias solicitadas, se tiene en cuenta los *lead time*⁶² del proveedor y propios. Se pactan fechas en que se tendrán las materias primas y/o insumos ingresando a la cantera, finalizando cuando los materiales de encuentran en libre utilización.
13. De acuerdo a los planes de producción se trasladan las materias primas e insumos para que se hagan disponibles en el proceso de producción. Se debe tener en cuenta los tiempos de *set up*⁶³ de la maquinaria.
14. Como la cantera funciona de forma continua durante la jornada laboral, los ordenes de producción sirven para referenciar durante que tiempo se está produciendo para que pedido, por lo tanto se en este proceso, se relación la información correspondiente.
15. Se elabora un informe sobre el estado de la planta y la cantera junto con el correcto avance del proceso.
16. Se genera un informe sobre el resultado de las pruebas piloto de los materiales, también se da el informe sobre los lotes de producción que se han completado en el día, lotes incompletos en el día y lotes defectuosos luego de las pruebas de calidad.
17. Se genera la información de almacenamiento y embalaje de los productos, para que se distribuyan al cliente de acuerdo a los parámetros fijados.

El producto es entregado al cliente final gracias a la labor comercial de venta realizada por la compañía.

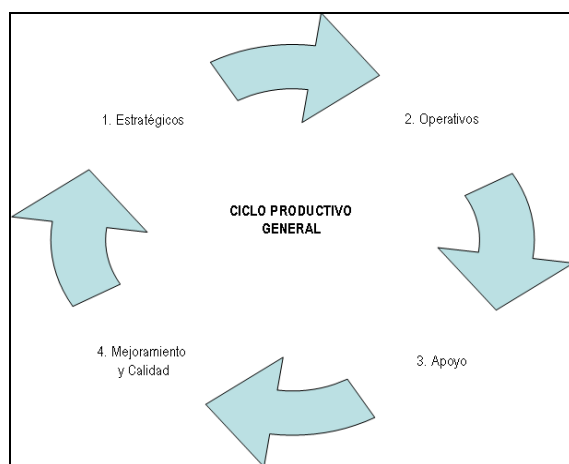


Ilustración 8: Ciclo productivo general Grupo Aguilar.

⁶² *Op cit Pg 48*

⁶³ Anglicismo, Set Up, Tiempo de preparación o alistamiento.



Todos los flujos del proceso productivo se encuentran en el anexo 18.

7.4 TIEMPOS Y COSTOS DE MANTENIMIENTO ASOCIADOS A LA CADENA DE VALOR.

Para el cálculo de los costos y tiempos, por tratarse de información vital de la compañía se multiplica por un factor que permite observar la tendencia de los datos pero no revela la información financiera y operacional real de la compañía. El análisis de los tiempos y costos de mantenimiento en la cantera Salitre Blanco permite relacionar cómo impacta el mantenimiento en el flujo de la cadena de valor de la compañía, descrita anteriormente. A partir de la división de costos y tiempos se identifican las maquinarias prioritarias.

7.4.1 Tiempos De Mantenimiento.

Los tiempos de mantenimiento que se asocian a la cadena son múltiples, el primero es el tiempo estándar de las operaciones, de acuerdo al estudio de tiempos y movimientos realizados la compañía a las operaciones de la cantera se obtuvieron unos tiempos estándar para cada operación. A continuación se muestra la tabla de los tiempos estándar de las actividades.

	ACTIVIDAD	T. ESTANDAR [min]	% Con tiempo de preparación	% Sin tiempo de preparación
1	Remover estériles	34,83	27,15%	0,00%
2	Explotar y fracturar cara de la roca	26,741	20,84%	0,00%
3	Repicar roca	6,145	4,79%	9,21%
4	Cargar a primaria	0,695	0,54%	1,04%
1	Inspección para evitar atascamientos	1,15	0,90%	1,72%
5	Trituración primaria	6,699	5,22%	10,04%
1	Transporte a secundaria	8,12	6,33%	12,17%
6	Descargar a secundaria	0,48	0,37%	0,72%
7	Tolva y criba de base	8,008	6,24%	12,00%
2	Inspección para evitar atascamientos	2,26	1,76%	3,39%
8	Martillar material (trituración secundaria)	8,3477	6,51%	12,51%
9	Criba y salida de productos	9,69	7,55%	14,52%
10	Cargar productos pesados en kilogramos	15,142	11,80%	22,69%
TOTAL PROCESO			128,31	
TOTAL PROCESO -PREPARACIÓN			66,74	

Tabla 9: Tiempos estándar del proceso.

Los tiempos de mantenimiento hacen que estos estándares se cumplan o incumplan según sea el caso, en el caso de un mantenimiento incorrecto e ineficiente los tiempos se aumentan



debido a una reducción en la eficiencia de las máquinas. Y de forma inversa ocurre con una buena gestión del mantenimiento.

Otros tiempos asociados a la cadena y a los tiempos estándar corresponden a las demoras que se generan en el flujo del proceso debido a problemas con las maquinarias. Para este fin se realizó la simulación del proceso utilizando el software ARENA®.⁶⁴

A partir de los resultados que muestran los reportes de la simulación, después de que ha corrido por ocho horas, tiempo de referencia por ser la duración de una jornada de trabajo para Aguilar construcciones y Altrón S.A, se pueden inferir claras oportunidades de mejora en las se enfoca el análisis. Según las mediadas de desempeño observadas en las tablas, se evidencia cuenta que el tiempo en espera de la roca durante todo el proceso es de aproximadamente 3 horas (2.7581) durante las 8 horas de trabajo simulado. Esto podría calcularse como un 34.47 % del tiempo total diario de trabajo. La cifra es poco alentadora, comprobándose que hay un tiempo improductivo del proceso bastante alto, y que se refleja en la gran cantidad de tiempo que dura la roca en espera de entrar a cada una de las operaciones.

Refiriéndonos a este tiempo de espera de la materia prima antes de que va a entrar a cada una de las operaciones, encontramos que ocho operaciones, cargue, desatasque 2, descarga, repicado, selección, trituración secundaria, trituración y martillado, tienen cero unidades (toneladas) de roca en espera, por lo tanto el tiempo promedio de espera en fila es también cero. En las demás actividades es claro que se forman colas o filas de espera de la materia prima. En orden descendente de tiempo tenemos que las operaciones generan las siguientes colas: Remoción de estériles, carga, desatasque y fracturación.

En consecuencia dentro de las actividades donde se producen colas o filas de espera de la materia prima, se encuentran algunas que agregan valor al producto final (la materia prima sufre una transformación importante) y algunas que no agregan valor al producto final ni al proceso en general. Por ejemplo, la remoción de los estériles es un procedimiento fundamental que da inicio a todo el proceso productivo y genera el tiempo promedio en fila de la materia prima más alto. Por esto, el número promedio de rocas en fila también es el más alto llegando hasta 51.34 unidades (toneladas). Según este dato más del 45% de las toneladas de roca que entran al sistema quedan en espera durante la operación de remoción de estériles. Aquí se observa una oportunidad de mejora bastante importante para el proceso.

Por otro lado, el desatasque de las rocas que no alcanzan a pasar al proceso de trituración, que se hace de manera manual con palas, es una operación que se convierte en innecesaria dentro del proceso y que, además, genera un tiempo de espera de 0.03527 horas.

El número de unidades que entran al sistema en la jornada de ocho horas es de 110 y el número de unidades que salen del sistema en este mismo periodo de tiempo es de 11, resultando un promedio de toneladas en el sistema de 55.4775. Este número promedio es muy bajo, confirmando como resultado una baja utilización de la capacidad instalada de la planta.

⁶⁴ ANEXO 19: Software de Simulación del proceso de extracción.



Otra oportunidad de mejora se encuentra en el proceso de carga que presenta un tiempo de espera en fila bastante alto con respecto a las demás actividades. Como se menciona con anterioridad, en este proceso cada roca que es repicada es cargada a la trituración primaria, para este caso se utiliza una retroexcavadora con un balde rockero. Como vemos es un proceso de transporte que debería hacerse de manera más eficaz y eficiente, de tal forma que el resto del proceso no se vea afectado o interrumpido por este hecho (demora de proceso).

Con respecto a la utilización de los recursos que en este caso son el impactor, los diferentes tipos de palas (2 y 3), los diferentes tipos de retroexcavadoras (de balde roquero y la 2), la tolva y las trituradoras 1 y 2, se registran los porcentajes más altos los tienen la retroexcavadora y la retroexcavadora de balde roquero. Cada una con un porcentaje de 99.79% y 70.92% respectivamente. Estos dos recursos pertenecen a las actividades de remoción de estériles y carga de la materia prima, los cuales son precisamente las actividades que manifiestan mayor tiempo promedio de espera en fila durante el proceso. Las demás herramientas muestran una utilización mucho más baja, con porcentajes de incluso desde 1%, como es el caso de la pala 2 y otras actividades que no generan las colas. Por esto, se puede confirmar que las herramientas de menor porcentaje de utilización son las que se encuentran durante mucho tiempo sin uso debido a las colas que generan los procesos anteriores a éstas y porque en el proceso que participan no se generan filas de espera significativas.

Mejorar esta situación de utilización de herramientas, gestionar el mejoramiento de los cuellos de botella que muestra la simulación, de manera que se puedan disminuir los costos implícitos en los que se incurre por dejar los recursos en espera o parados. Tanto Máquinas, como herramientas, operarios, materias primas e insumos, tienen un costo determinado por hora que al estar dejando de producir demuestra el costo en el que se incurre y lo que podría estarse dejando de ganar.

Otros tiempos asociados a la cadena de valor se observan con referencia a la selección de la maquinaria prioritaria y el tiempo que esta permanece en el taller.⁶⁵ Se observa que la trituradora estacionaria es un equipo crítico de la operación, ya que ha permanecido 492 horas en el taller, apareciendo con una frecuencia de 5 veces en todas las mediciones como una máquina a la cual se le realizó el mantenimiento. La trituradora estacionaria es parte vital de proceso al intervenir en la trituración secundaria, por lo que detiene toda la operación en la cantera asociándose este tiempo de taller como de gran impacto para los procesos productivos que se desarrollan en la cantera. Se debe tener en cuenta, adicionalmente, que solamente se cuenta con un equipo en la cantera de estas características.

La volqueta Dumper 3217 es la siguiente máquina crítica de la operación, estando 111 horas de total del tiempo de medición en el taller debido a reparaciones, adicionalmente es crítico para la cadena de valor ya que hace parte del proceso de transporte entre la trituración primaria y secundaria del material, lo que interrumpe y/o atrasa el flujo del proceso, dependiendo de la disponibilidad y utilización de las demás volquetas con que cuenta la cantera Salitre Blanco. Se identifica como crítica por encima de otras máquinas que estuvieron más tiempo en el taller, debido a que su frecuencia de aparición fue mayor. El total de este tiempo no se puede considerar que impacte directamente en la cadena de valor, pero sí aproximadamente un 30%

⁶⁵ Anexo 20: Tiempos de maquinaria en taller.



de este total se genera una detención de las actividades (porcentaje que corresponde a la suma de las demoras mientras se hace cambio de la maquinaria y el tiempo que se demora en la máquina de reposición en normalizar el flujo de las actividades a través de la cadena).

Luego, aparecen las maquinarias con puntuación 2 en la frecuencia, las cuales siguen teniendo tiempos elevados en el taller. La retroexcavadora detiene el proceso de extracción de las rocas para que pasen a la trituración primaria, que una retroexcavadora este en el taller, implica o sobrecarga a otra retroexcavadora o menor flujo de material de alimentación a través del proceso por lo tanto se evidencia una disminución del total de producto terminado. Como en el caso de la volqueta Dumper 3217 para estas maquinarias se tomará como referencia el 30% de tiempo total como tiempo que impacta en la cadena.

7.4.2 Costos De Mantenimiento.

Los primeros costos identificados son los costos de la mano de obra que se ve afectada, y que aún con detenciones los operarios pasan a estar inactivos y sin embargo continúan devengando su salario, para los cálculos se toma como base \$3.439.039,20⁶⁶, cifra que representa el promedio del salario de los trabajadores de la cantera Salitre Blanco. En la cantera trabajan 23 operarios. Los costos irán asociados a la maquinaria que se identificó como la maquinaria que requiere atención prioritaria. A continuación se muestra la relación entre los costos y los recursos:

- 1- *Impacto en los costos de mantenimiento en la mano de obra*, cuantifica de acuerdo al costo de la hora/hombre \$ 20.315,69 y según el número de empleados el costo de que se realicen actividades de mantenimiento, por consiguiente, el costo total hace referencia al costo que generó que los operarios estuvieran inactivos durante el tiempo que se realizó el mantenimiento.⁶⁷

Máquina	No. Empleado	Costo Total
TRITURADORA ESTACIONARIA	2	\$ 19.994.020,24
VOLQUETA DUMPER # 3217	1	\$ 2.246.576,19
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	2	\$ 5.146.640,26
VOLQUETA DUMPER # 3218	1	\$ 2.888.213,25
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	1	\$ 2.310.909,20
PLANTA ELÉCTRICA	1	\$ 138.146,66
TRITURADORA HARLT	3	\$ 414.439,98
TOTAL	7	\$ 32.586.359,15

Tabla 10: Costos de Mano de Obra.

- 2- *Impacto en los costos de mantenimiento en la maquinaria*, tiene en cuenta tres aspectos:

⁶⁶ Anexo 21: Costos del mantenimiento.

⁶⁷ ANEXO 21: Costos del mantenimiento – Mano de obra.



- a. Costo de alquiler de equipos, cuantificado de acuerdo al costo de hora por alquiler de maquinaria \$33.338,20 con relación al total de horas que estuvo detenida determinada maquinaria.⁶⁸

Máquina	Horas detenida	Costo Total
TRITURADORA ESTACIONARIA	492	\$ 82.025.865,59
VOLQUETA DUMPER # 3217	111	\$ 18.433.247,02
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	127	\$ 21.114.194,02
VOLQUETA DUMPER # 3218	142	\$ 23.697.904,61
PLANTA ELÉCTRICA	13	\$ 2.097.528,49
TRITURADORA HARLT	7	\$ 1.133.498,84
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	62	\$ 10.334.842,34
TOTAL	953	\$ 158.837.080,90

Tabla 11: Costo alquiler equipos.

- b. Costo de maquinaria, cuantifica el costo de tener la maquinaria parada durante un tiempo determinado causado por mantenimiento, tiene en el costo mantenimiento de maquinaria por hora \$290.996,82 y su con relación al número de horas que estuvo detenida la máquina.⁶⁹

Máquina	Horas detenida	Costo Total
TRITURADORA ESTACIONARIA	492	\$ 715.973.414,11
VOLQUETA DUMPER # 3217	111	\$ 160.896.989,08
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	127	\$ 184.297.982,97
VOLQUETA DUMPER # 3218	142	\$ 206.850.236,15
PLANTA ELÉCTRICA	13	\$ 18.308.549,62
TRITURADORA HARLT	7	\$ 9.893.891,72
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	62	\$ 90.209.012,72
TOTAL	953	\$ 1.386.430.076,37

Tabla 12: Costo mantenimiento maquinaria.

- c. Costo de producción, el costo de producción pérdida, es decir, las cantidades de dinero que se dejan de percibir por volúmenes de producción que no se completan debido a que la maquinaria está inactiva en el taller. Cuantifica de acuerdo al costo de generar la cantidad de producción requerida por hora \$22.327,51 con relación a la cantidad de horas que las maquinas estuvieron en el taller (horas detenida).⁷⁰

⁶⁸ ANEXO 21: Costos del mantenimiento – Alquiler maquinaria

⁶⁹ ANEXO 21: Costos del mantenimiento – Mantenimiento maquinaria

⁷⁰ ANEXO 21: Costos del mantenimiento – Costo de producción



Máquina	Horas detenida	Costo Total
TRITURADORA ESTACIONARIA	492	\$ 54.934.976,75
VOLQUETA DUMPER # 3217	111	\$ 12.345.252,18
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	127	\$ 14.140.756,08
VOLQUETA DUMPER # 3218	142	\$ 15.871.138,08
PLANTA ELÉCTRICA	13	\$ 1.404.772,48
TRITURADORA HARLT	7	\$ 759.135,33
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	62	\$ 6.921.527,98
TOTAL	953	\$ 106.377.558,87

Tabla 13: Costo producción.

- d. Costo de reproceso, se estima que aproximadamente los reprocesos cuestan a la compañía el 15% de sus costos totales de producción. Toma como referencia la cantidad de reprocesos que se realizan en el horizonte de estudio.

Máquina	Reprocesos	Costo Total
TRITURADORA ESTACIONARIA	61	\$ 1.021.483,56
VOLQUETA DUMPER # 3217	0	\$ 0,00
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	20	\$ 334.912,64
VOLQUETA DUMPER # 3218	0	\$ 0,00
PLANTA ELÉCTRICA	0	\$ 0,00
TRITURADORA HARLT	48	\$ 803.790,35
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	25	\$ 418.640,81
TOTAL	154	\$ 2.578.827,36

Tabla 14: Costo de reproceso.

- 3- *Impacto en los costos de inventarios*, tiene en cuenta el costo de los inventarios en los meses y su utilización por causas de mantenimiento. Cuantifica de acuerdo al costo de mantener inventarios por hora en el almacén de la cantera \$ 75.428,70 con relación a la cantidad de veces que se realizan mantenimiento a cada una de las máquinas.

Máquina	Veces mtto	Costo Total
TRITURADORA ESTACIONARIA	505	\$ 38.091.494,73
VOLQUETA DUMPER # 3217	15	\$ 1.131.430,54
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	220	\$ 16.594.314,53
VOLQUETA DUMPER # 3218	5	\$ 377.143,51
PLANTA ELÉCTRICA	25	\$ 1.885.717,56
TRITURADORA HARLT	55	\$ 4.148.578,63
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	65	\$ 4.902.865,66
TOTAL	890	\$ 67.131.545,16

Tabla 15: Costo de inventarios.

Todos los costos analizados se toman con base a los costos generados en el periodo de enero de 2008 a agosto del 2008. De acuerdo a la información registrada en las tablas anteriores



identifican los costos que generaron las detenciones de estas máquinas por cada hora que estuvieron detenidas. El costo del mantenimiento de la maquinaria prioritaria representa el 2% del costo de producción total en los meses, cifra bastante alta, de acuerdo a las cifras que se manejan, por tal motivo generar ahorros en este sentido permitiría a la compañía invertir este dinero en otros fines que aporten a la generación de valor. Lo mismo ocurre para el caso del costo laboral, que representa el 5% del costo total que se generó por remuneraciones laborales.

Los casos más alarmantes se dan en el alquiler de equipos y mantenimiento de maquinaria, ya que estas máquinas representan una gran cantidad del total con que se comparan, esto evidencia la relación existente entre la selección de la maquinaria prioritaria realizada anteriormente y su impacto en los costos y tiempos asociados a la cadena de valor. Los costos que menor impacto están teniendo son los costos asociados a reproceso y a inventarios, las causas para obtener como resultado porcentajes de 0.23% y 0.55% respectivamente son: Las mediciones del inventario para mantenimiento no están completas por tanto en muchas ocasiones se omiten datos lo que genera pérdidas de información y los costos de los reprocesos son bajos debido a que el material no conforme siempre es reprocesado, por tanto no se generan pérdidas de materias primas y al ser reprocesado el producto terminado no conforme reduce la duración de las trituraciones se reduce al 40% debido a que ya ha tenido un trabajo previo, generando poco esfuerzos en los retrabajos que se realizan.

Es importante no olvidar los costos para los cuales no se tienen datos disponibles en cuales el mantenimiento también aporta proporcionalmente según la magnitud de los mismos, como los costos de impacto ambiental, gastos innecesarios de servicios (energía, agua), gastos de reprocesos administrativos que se generan al incluir en los planes de producción los retrabajos a los productos terminados no conformes, sobrecostos por compras de emergencia, costos de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la mano de obra.

8. IDENTIFICACIÓN DE MAQUINARIA PRIORITARIA.

Para la identificación de la maquinaria prioritaria se utiliza la técnica de inventarios jerarquizados en mantenimiento que consiste en una aplicación de la técnica de Pareto en los procesos de mantenimiento de forma que en primera instancia se clasifica la maquinaria realmente importante dentro del proceso productivo. Luego se aplica el índice ICGM sobre los resultados de los inventarios jerarquizados en mantenimiento para conocer la incidencia según los factores que califica este índice.

8.1 INVENTARIOS JERARQUIZADOS POR RECURSOS.

De acuerdo a la información anterior se muestran los resultados del inventario jerarquizado en mantenimiento, teniendo en cuenta que como se tiene información de varios meses se aplicó la técnica a cada uno de los meses para obtener el 80% - 20% del que habla el principio de Pareto, y a partir de esta información se filtro la frecuencia de ocurrencia de cada una de la



maquinaria que daba como resultado en el pareto de cada uno de los meses. En la tabla 12 se muestra el cuadro resumen del pareto por mes⁷¹

La maquinaria que aparece en el documento en ocasiones tiene diversos nombres, con la intención de orientar al lector a continuación se relacionan los nombres equivalentes:

- Euclid 3217 = Volqueta Dumper 3217
- Euclid 3218 = Volqueta Dumper 3218
- Retroexcavadora Caterpillar = CAT 345

La convención (en blanco) significa que el mantenimiento se realizó o bien a una máquina que aún no tiene codificación o aplica para actividades que se desarrollan en la cantera que sirven como apoyo al proceso productivo que allí se realiza. La convención (en blanco) incluye:

- Laboratorio, taller, motogenerador diesel, motogenerador a gasolina, área perimetral, taller, oficinas, taller patio, srd-433, varios

RESUMEN						
08 oct 2008 al 10 oct 2008	10 oct 2008 al 24 oct 2008	24 oct 2008 al 31 oct 2008	1 Nov 2008 al 11 Nov 2008	16 nov 2008 al 21 nov 2008	21 nov 2008 al 27 nov 2008	28 nov 2008 al 5 dic 2008
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	LÍNEA MÓVIL DE CONOS	TRITURADORA ESTACIONARIA	TRITURADORA ESTACIONARIA	TRITURADORA ESTACIONARIA	TRITURADORA ESTACIONARIA	TRITURADORA ESTACIONARIA
(en blanco)	(en blanco)	RETROEXCAVADORA AKERMAN	RETROEXCAVADORA AKERMAN	VOLQUETA DUMPER # 3217	VOLQUETA DUMPER # 3218	VOLQUETA DUMPER # 3218
VOLQUETA DUMPER # 3217	TRITURADORA ESTACIONARIA		VOLQUETA DUMPER # 3218		(en blanco)	(en blanco)
PLANTA ELÉCTRICA	RETROEXCAVADORA CATERPILLAR		LÍNEA MÓVIL DE CONOS			
	VOLQUETA DUMPER # 3217					

Tabla 16: Resumen de resultados maquinaria prioritaria.

Los criterios de análisis de los tiempos de mantenimiento van orientados tanto a la frecuencia de aparición como el tiempo en horas en el taller datos de tiempo trabajado por los mecánicos se obtuvieron los resultados de la tabla 15.

Las máquinas/equipos que aparecen en el cuadro se refieren a la maquinaria que en la mayoría de las veces apareció dentro de las causales que aportan aproximadamente el 80% del tiempo total gastado en mantenimiento en la cantera Salitre Blanco durante los 3 meses analizados.

⁷¹ ANEXO 22: Inventarios jerarquizados por recursos.

Maquinaria Prioritaria.	Frecuencia de aparición en pareto[veces]	Tiempo Total[Hr]
TRITURADORA ESTACIONARIA	5	306
VOLQUETA DUMPER # 3218	2	142
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	2	127
RETROEXCAVADORA AKERMAN	1	114
VOLQUETA DUMPER # 3217	3	110
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	2	62
PLANTA ELÉCTRICA	1	13
TRITURADORA DE MANIBULAS HARLT	0	6,8

Tabla 17: Maquinaria Prioritaria.

Para este caso se excluirá la retroexcavadora Ackerman debido a que fue reemplazada por otro equipo. Adicionalmente se incluyó dentro del análisis la trituradora de mandíbulas harlt de acuerdo a la matriz de criticidad suministrada por grupo Aguilar.⁷² La disponibilidad de los mecánicos se dio de acuerdo a la siguiente relación: Durante todo el mes de octubre del 2008 - 4 (cuatro) mecánicos, en el mes de noviembre - 5 (cinco) mecánicos y en el mes de diciembre del 2008 - 6 (seis) mecánicos.

8.2 ÍNDICE ICGM

En conclusión se identificaron 7 máquinas como las más críticas para el proceso productivo desarrollado por grupo Aguilar en la cantera Salitre Blanco. A continuación se muestran los resultados obtenidos con el índice ICGM⁷³ de acuerdo a los datos obtenidos en la jerarquización de inventarios en mantenimiento.

Código de maquina	% Utilización	Rentabilidad	Factor del proceso	Factor de máquina
Euclid 3217	78,02%	7,08%	7,83%	0,43%
Euclid 3218	31,90%	7,08%	63,47%	1,43%
Cat 345	42,42%	12,10%	48,09%	2,47%
Trituradora Harlt	53,65%	13,52%	7,24%	0,53%
Trituradora Estacionaria	57,26%	7,08%	36,42%	1,48%
Planta Eléctrica	22,47%	61,63%	18,09%	2,50%
Línea móvil conos	15,53%	11,26%	30,18%	0,53%

⁷² ANEXO 23: Matriz de criticidad de maquinarias.

⁷³ ANEXO 24: Índice ICGM



Tabla 18: Resultados código máquina.

Código de trabajo	costo pérdida de calidad	Costo pérdida de producción	Costo mant. aplazado	Costo de retrabajo	Costo de seguridad	Factor de trabajo
Euclid 3217	\$ 2.791.721,2	\$ 12.345.252,2	\$ 37.718.616,5	\$ 18.433.247,0	\$ 1.546.116,9	\$ 72.834.953,8
Euclid 3218	\$ 2.791.721,2	\$ 15.871.138,1	\$ 37.718.616,5	\$ 23.697.904,6	\$ 1.546.116,9	\$ 81.625.497,3
Cat 345	\$ 4.770.273,4	\$ 6.921.528,0	\$ 128.901.203,9	\$ 10.334.842,3	\$ 1.546.116,9	\$ 152.473.964,5
Trituradora Harlt	\$ 5.327.964,2	\$ 54.934.976,7	\$ 143.970.995,1	\$ 19.994.020,2	\$ 1.546.116,9	\$ 225.774.073,2
Trituradora Estacionaria	\$ 2.791.721,2	\$ 759.135,3	\$ 157.125.608,0	\$ 414.440,0	\$ 1.546.116,9	\$ 162.637.021,4
Planta Eléctrica	\$ 24.290.578,3	\$ 1.404.772,5	\$ 511.527.093,1	\$ 138.146,7	\$ 1.546.116,9	\$ 538.906.707,4
Línea móvil conos	\$ 4.437.628,7	\$ 14.140.756,1	\$ 119.912.558,8	\$ 184.297.983,0	\$ 1.546.116,9	\$ 324.335.043,5

Tabla 19: Resultados Código de trabajo.

La aplicación de este índice permite identificar diferentes costos y porcentajes que darán como resultado los costos que la compañía tiene que invertir debido al mantenimiento visto desde un horizonte de múltiples frentes, de forma que se cuantifique el dinero que realmente está costando el mantenimiento. Con este índice se pretende identificar, dentro de la maquinaria seleccionada con la jerarquización de inventarios en mantenimiento, los recursos que están generando mayores costos por culpa de ineffectividad en el proceso de mantenimiento de forma que se identifiquen oportunidades de mejora que generen ahorros significativos. De acuerdo a la fórmula del índice ICGM, se obtuvieron los siguientes resultados:

Código de maquina	FACTOR DE MÁQUINA	Código de trabajo	FACTOR DE TRABAJO
Euclid 3217	0,43%	Euclid 3217	\$ 72.834.953,79
Euclid 3218	1,43%	Euclid 3218	\$ 81.625.497,27
Cat 345	2,47%	Cat 345	\$ 152.473.964,48
Trituradora Harlt	0,53%	Trituradora Harlt	\$ 225.774.073,18
Trituradora Estacionaria	1,48%	Trituradora Estacionaria	\$ 162.637.021,38
Planta Eléctrica	2,50%	Planta Eléctrica	\$ 538.906.707,42
Línea móvil conos	0,53%	Línea móvil conos	\$ 324.335.043,51

Tabla 20: Resultados factor máquina y factor trabajo.

EQUIPO	ÍNDICE ICGM
Planta Eléctrica	\$ 13.498.011,2
Cat 345	\$ 3.765.324,8
Trituradora Estacionaria	\$ 2.402.844,0
Línea móvil conos	\$ 1.711.226,6
Trituradora Harlt	\$ 1.185.655,0
Euclid 3218	\$ 1.170.618,5
Euclid 3217	\$ 315.242,1

Tabla 21: Resultados índice ICGM.

Con los resultados del índice se afirma la información de la matriz de criticidad, en la cual la planta eléctrica es un recurso crítico y como se observa consume gran cantidad de dinero disminuyendo el flujo de caja de la compañía y orientando los recursos hacia el mantenimiento correctivo que genera desgaste en los procesos de la cadena de valor. Se concluye que las



trituras también hacen parte de los equipos críticos a los cuales se les debe prestar atención para mejorar la forma en que se invierten los recursos.

8.3 MÁQUINAS PRIORITARIAS

La conclusión final sobre las maquinarias prioritarias teniendo en cuenta los dos criterios utilizados nos brinda la posibilidad de seleccionar la maquinaria y/o equipos que requieren atención urgente e inmediata para generar los planes de mantenimiento que pretende este estudio. Así, la maquinaria seleccionada se resume a continuación:

Máquina
TRITURADORA ESTACIONARIA
VOLQUETA DUMPER # 3217
LÍNEA MÓVIL DE CONOS
VOLQUETA DUMPER # 3218
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR
PLANTA ELÉCTRICA
TRITURADORA HARLT

Tabla 20: Maquinaria Prioritaria.

9. PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO DE COMPAÑÍAS DEL SECTOR.

Las prácticas de mantenimiento son vitales para el continuo funcionamiento de los equipos, herramientas e instalaciones de las diferentes industrias en el mundo. “El mantenimiento es una disciplina integradora que garantiza la disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento, siempre que se aplique correctamente, a un costo competitivo.”⁷⁴ Las empresas que quieren llegar a ser competitivas en el mercado en el que se desempeñan deben empezar a buscar alternativas de mantenimiento adecuadas y planes concretos que estén en pro de la conservación de todos sus activos físicos. Con respecto al sector de los materiales de construcción, son muchas las empresas, por lo menos en Latinoamérica, que no poseen una visión amplia de los beneficios que conllevan la creación y aplicación de planes de mantenimiento sostenible. La mayoría del mantenimiento en estas industrias se hace a través de mantenimiento netamente correctivo dejando a un lado prácticas de mantenimiento predictivo y preventivo.

La implementación adecuada de políticas y un plan de mantenimiento se puede apoyar en un *benchmarking*⁷⁵. El *benchmarking* en mantenimiento se hace importante en la medida en que se puedan cumplir las siguientes metas:

- ✓ Éxito total en las operaciones de la compañía.
- ✓ Negocios rentables a largo plazo.

⁷⁴ LLANES, Amaris Alfonso. ¿CÓMO MEDIR LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA? [base de datos e línea]. Vol. 1 no. 1/2, 15 Marzo de 2009

⁷⁵ Anglicismo, Benchmarking, Comparación de los resultados de mi compañía con las que muestran un desempeño superior para retroalimentar sobre mi gestión.



- ✓ El mantenimiento trabajando de la mano de la producción.

Como valor agregado dentro de la gestión del mantenimiento se adiciona:

- ✓ El mantenimiento trabajando de la mano de la Logística y la gestión de la cadena de valor empresarial.

Es importante resaltar que los planes de mantenimiento estratégicos para las empresas de cualquier sector deben tener las siguientes características:

- ✓ Basarse en los resultados de la evaluación de las actuales prácticas de mantenimiento y los procedimientos.
- ✓ Deben establecerse metas y objetivos claros.
- ✓ Debe establecer una línea de base antes de que el éxito o fracaso del plan pueda ser medido.
- ✓ Debe tener dedicación para recoger los datos de la implementación del programa con exactitud.

Se ha consultado fuentes sobre gestión de mantenimiento a nivel genérico, es decir, de prácticas de mantenimiento aplicables a todos los sectores e industrias.⁷⁶

10. LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO ACTUAL EN LA CANTERA.

Actualmente en la cantera Salitre Blanco se está implementando un sistema de control del mantenimiento, el cual, dirigido desde la jefatura de mantenimiento, pretende mejorar la gestión de su propia área para el caso particular de la cantera. Para este fin, se ha recolectado data que permita realizar los análisis correspondientes para llegar a la identificación de oportunidades de mejora en el largo plazo.

Sin embargo, el proceso de mantenimiento actual muestra un gran impacto en los estados financieros de la compañía y en el flujo de caja, razón por la cual la gerencia general ha decidido apostar a la disminución del mantenimiento correctivo reconociendo, naturalmente, la imposibilidad de su eliminación total mediante el aumento del mantenimiento preventivo utilizando herramientas que permitan la planeación y programación del mismo.

El objetivo general del área de mantenimiento es llegar al modelo de mantenimiento productivo total. La implementación del TPM tiene como único fin la mejora de los procesos y la optimización de la utilización de los recursos con que cuenta la empresa para alcanzar la excelencia operacional, aumentar la rentabilidad de la misma y finalmente que los esfuerzos en materia de mantenimiento se reflejen en los estados financieros y los flujos de caja o en la generación de valor.⁷⁷

⁷⁶ Anexo 25: Tabla de indicadores - Benchmarking

⁷⁷ Anexo 37: TPM – Mantenimiento productivo total.

Con el fin de cumplir con los objetivos propuestos por la gerencia, se deben seguir caminos estructurados que incluyan la planeación del mantenimiento preventivo, motivo por el cual se realiza este estudio, para continuar con la estructuración del modelo que se pretende. Uno de los primeros pasos consiste en la documentación de los procesos actuales, los cuales servirán como base para la identificación y planteamiento de los procesos con oportunidades de mejora.

El proceso en la cantera Salitre Blanco, en su mayoría es tercerizado, contando que la mayoría de maquinaria amarilla. Todas las maquinarias de la cantera están monitoreadas mediante horómetros para definir las horas de trabajo a las que han sido sometidas. De acuerdo con los estándares de tiempo de cada una de las máquinas y/o equipos (datos de acuerdo al manual de cada equipo) se realiza el mantenimiento correspondiente. Para este fin se tiene proveedores como GECOLSA, PRACO-DIDACOL S.A, CUMMINS, entre otros. El estándar referencia es de 250 hrs aproximadas, para realizar cambios en aceite y filtros. Este tipo de mantenimiento se realiza de acuerdo a lo planteado por los manuales del fabricante.

El proceso actual para el mantenimiento preventivo, se muestra en la Figura 6. El proceso de mantenimiento correctivo ocurre de forma similar agregando algunos eslabones al proceso y teniendo en cuenta los lead times de los proveedores y sus programaciones, y a su vez, la urgencia con que se requiere las actividades de mantenimiento, lo cual depende del equipo y su implicación en el proceso, la criticidad del requerimiento aumenta.



Ilustración 9: Proceso mantenimiento preventivo actual.

En este caso en particular, el proceso comienza cuando la máquina falla, el operario debe formalizar mediante un reporte el aviso de falla de la máquina/equipo. Este reporte pasa al jefe inmediato, quien asigna a los mecánicos de la cantera, los cuales revisan si el problema se puede solucionar internamente, o se requiere del apoyo externo, dependiendo de la disponibilidad de los recursos y causas del problema que genero la falla, en caso, que se solucione internamente se genera un informe con las actividades que se realizaron, la persona que realizó, las actividades correctivas, la duración, repuestos utilizados, fecha, entre los más relevantes.

En caso contrario, en el que se requiera apoyo externo, el mecánico informa a su jefe inmediato para que se solicite a la sede administrativa en Bogotá DC el apoyo para formalizar el requerimiento y se comience con la búsqueda del proveedor adecuado. Cuando se defina el

proveedor, se pacten los servicios a prestar y el monto en dinero por el que se facturara el servicio y se pueda realizar el pago. Dependiendo de los términos pactados con cada proveedor, los pagos se realizan previos o posteriores. El proveedor y Grupo Aguilar, entonces pactan un fecha para que se realice el mantenimiento. Llegada la fecha el mantenimiento se efectua, formalizando mediante un reporte de parte del proveedor a Grupo Aguilar, en este caso, representado por el jefe de mantenimiento, el cual contiene la misma data que la realizada por el mecánico de Grupo Aguilar.

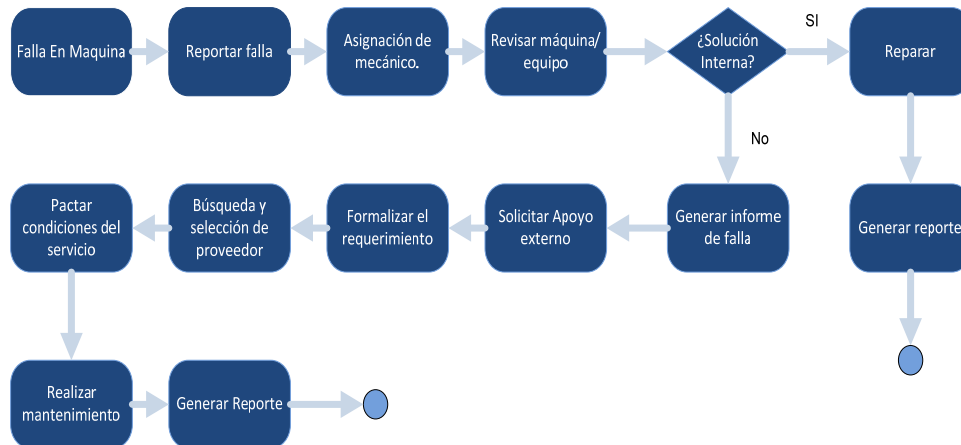


Ilustración 10: Proceso de mantenimiento correctivo actual

Los procesos de mantenimiento preventivo en la cantera, llevan poco tiempo de estar en marcha, por tanto no se cuenta como muchos datos históricos sobre cómo se comportan las máquinas, hasta hace pocos meses se diseñaron e implementaron los formatos para que los mecánicos comiencen a recolectar los datos necesarios.

11. PLANTEAMIENTO DE OPORTUNIDADES DE MEJORA

El proceso de selección de oportunidades de mejora permite mediante los datos obtenidos en una lluvia de ideas “*Brainstorm*” seleccionar todos aquellos puntos que son susceptibles de mejora. El planteamiento de oportunidades de mejora es un proceso basado en la observación, por tanto, se deberá proceder a justificar cada una de las oportunidades que se planteen.

Para este punto es vital tener en cuenta un axioma de la calidad “*Lo que no se puede definir no se puede medir, lo que no se puede medir no se puede mejorar, y lo que no se puede mejorar eventualmente se deteriora.*”⁷⁸ Por tanto se evalúa cada una de las oportunidades de mejora planteadas mediante el beneficio-costos para identificar cuáles son las oportunidades que

⁷⁸ Axioma de Calidad



realmente impactan de manera significativa los procesos de la compañía, y sobre todo, apuntan a mejorar la gestión de mantenimiento que se desarrollara en la cantera Salitre Blanco. Las oportunidades de mejora observadas pueden corresponder a diferentes frentes de la compañía, por lo que se deben orientar las seleccionadas hacia el cumplimiento del objetivo del proyecto.

11.1 OPORTUNIDADES DE MEJORA

A continuación se encuentra un listado de las diferentes oportunidades de mejora identificadas dentro de todo el proceso de cantera. Las oportunidades de mejora se plantearon teniendo en cuenta también los proyectos del área de mantenimiento.

Las 4 (cuatro) primeras oportunidades planteadas corresponden a las oportunidades relacionadas directamente con la gestión de mantenimiento.

1. Las políticas de mantenimiento no están documentadas, es decir aspectos como aumentar el mantenimiento preventivo y disminuir el correctivo hace parte de la cultura organizacional desde hace aproximadamente un año, estas políticas no se encuentran documentadas de manera adecuada y no han sido comunicadas a todo el personal de la empresa.
2. La programación del mantenimiento por máquina es inadecuada, esto se traduce en fallas constantes que sufre la maquinaria y los periodos largos de tiempo que se producen en la reparación de la misma.
3. A pesar de que se tienen los manuales correspondientes a las máquinas que están en este momento en funcionamiento dentro de la cantera, la información no se encuentra clasificada y organizada de manera que pueda ser utilizada fácilmente por los operarios de las máquinas.
4. El control de los inventarios de repuestos del almacén de la cantera es poco estricto, generando faltantes en los pedidos, tiempos inadecuados entre generaciones de órdenes de compra y llegada de los repuestos al almacén, y paros en el proceso por falta de repuestos en el momento en que se sufre un daño en la máquina.

Las oportunidades del numeral 5 en adelante corresponden al proceso, a los recursos (maquinaria, mano de obra, suministros, etc.) involucrados y al medio en que se desarrolla el mismo.

5. El sistema de transporte para llevar el material que debe ser reprocesado desde la criba o zaranda hasta el impactor es inadecuado.
6. Carencia de un sistema de alimentación en la tolva para la trituración secundaria que produce atascamientos constantes de material, interrumpiendo el desarrollo de las actividades subsiguientes.
7. El sistema especializado para pasar el material en proceso desde el martillado a la línea móvil de conos nueva es inadecuado.
8. Se está dejando partes del suelo sin explotar de donde se puede sacar más material rocoso generando un aumento significativo en la producción. Es decir, la cantera está subutilizada.
9. Las condiciones ergonómicas de los trabajadores no son adecuadas, teniendo en cuenta que se trabaja a altas temperaturas por el clima de la zona en donde se encuentra ubicada la cantera, se trabaja al aire libre, muchas de las actividades



requieren esfuerzos corporales que están por fuera de los ejes de movimiento saludables para los empleados, se trabaja bajo condiciones de aire contaminado por segregación de residuos de combustible utilizado por maquinaria y por generación de polvo debido a los procesos de trituración de material rocoso.

10. Durante el proceso hay pérdidas de material debido al paso constante de una máquina a otra, además del material que se pierde cuando el producto ya está convertido en partículas muy pequeñas.
11. Existe mucha distancia desde la zona de triturado primario y la zona de triturado secundario, por lo que se generan tiempos improductivos presentes al momento de transportar el material.
12. Aún no se evalúan alternativas para utilizar las arenas que se producen al final del proceso.

11.2 ELECCIÓN DE OPORTUNIDAD DE MEJORA A IMPLEMENTAR.

Una vez identificadas las oportunidades de mejora⁷⁹ se procede a buscar el beneficio costo de cada una de las oportunidades planteadas, de acuerdo a los ahorros que estas pueden generar. Es importante resaltar que estos ahorros no se traducirán como dinero de ingresos a la compañía, sino que por el contrario se calcula de acuerdo a los siguientes supuestos:

- Cantidad de recursos: Se evalúa el impacto en los recursos (máquinas y operarios que se verían beneficiados de la implementación de la oportunidad de mejora).
- Ahorro en tiempo: El ahorro en tiempo se da mediante una estimación de cuánto se disminuirá el tiempo estándar de la operación, de esta forma se obtiene un delta de productividad y un ahorro en horas. Estos ahorros se multiplican por la cantidad de recursos y por el costo de una hora hombre HH u hora máquina HM.

En ese orden de ideas, la inversión de implementar la oportunidad será lo que la empresa invertirá y los ahorros son los beneficios adquiridos por tanto en el flujo se toman como si fueran ingresos. A partir de estos datos se obtienen VPN, TIR y C/B. La tabla XX resume el consolidado de los resultados de los Costo/Beneficio obtenidos en cada caso.

CONSOLIDADO	C/B	%
Programación de mantenimiento	0,052	14,7%
Políticas de mantenimiento	0,018	5,1%
Manuales de maquinaria	0,06	17,0%
control de inventarios	0,008	2,3%
Banda alimentadora Grizzly	0,08	22,7%
Banda retorno Zaranda Impactor	0,021	5,9%
Banda línea de conos	0,11	31,2%
Retroexcavadora	0,004	1,1%
TOTAL	0,353	100,0%

Tabla 22: Costo/beneficio de las oportunidades de mejora

⁷⁹ Anexo 26: Oportunidades de mejora



De la tabla 21 se concluye que la oportunidad de mejora que mayores beneficios trae es la compra de un mecanismo de transporte a la línea de conos. Seguida por la compra de la compra de una banda alimentadora Grizzly para la trituración secundaria. Seguido está la implementación de manuales de maquinaria, en los cuales se incluirá la propuesta de la gestión de mantenimiento. Por tanto implementando estas tres oportunidades de mejora se tendría el 68% de las causales cubiertas, lo que generaría grandes beneficios para la compañía. De acuerdo al objetivo principal de este trabajo, se analizará financieramente la implementación del plan de mantenimiento con sus respectivos manuales ya que se encuentra dentro de las oportunidades de mejora a implementar.

12. PROPUESTA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

A continuación se muestra la propuesta de mantenimiento preventivo de la maquinaria de la Cantera Salitre Blanco, el cual mediante la utilización de listas de chequeo permite identificar los problemas generales que se encuentran en cada una de las máquinas/equipos. Las listas de chequeo a su vez traen acciones generales para el mantenimiento de la maquinaria, cuando se presenten casos específicos se debe acudir a ayuda de expertos en cada tema según se presente la situación.

12.1 NOMBRE DEL PLAN

Plan de mantenimiento preventivo 2009 Cantera Salitre Blanco – Grupo Aguilar -.

12.2 OBJETIVOS DEL PLAN

a. Objetivo General

Generar procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo a la maquinaria identificada como vital en el proceso, mediante el uso de la información asociada a estas mismas, con el fin de tomar acciones proactivas que permitan mejorar el desempeño del flujo de las operaciones en la Cantera Salitre Blanco.

b. Objetivos Específicos

- Registrar la información general y técnica de la maquinaria identificada.
- Identificar los componentes/partes de cada una de las máquinas.
- Generar estrategias de mantenimiento específicas para cada máquina o grupo de máquinas con características similares
- Documentar procedimientos a seguir para la realización de la gestión de mantenimiento de cada maquinaria, siguiendo los lineamientos de las estrategias planteadas.



12.3 PLANES DE ACCIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

La realización del plan de mantenimiento comienza con un proceso de diagnóstico general a toda la maquinaria la cual debe cumplir con todos los aspectos requeridos en la Lista de chequeo - General para maquinaria⁸⁰.

La lista de chequeo general para maquinaria consiste en una serie de preguntas que serán respondidas por el mecánico que realice el chequeo a la maquinaria. Existe un espacio especial para registrar cualquier comentario adicional que se considere pertinente. En la tabla 22 se describen los aspectos tratados en la lista de chequeo y las acciones a tomar para la solución de los problemas en caso de que aplique.

ASPECTO	ACCIÓN A SEGUIR
¿Tiene la máquina suciedades y/o polvo en el interior de cajas, gabinetes, cavidades, pliegues y/o otros lugares donde se puedan depositar partículas de polvo o suciedades?	Limpiar las suciedades y/o polvo en las cajas, gabinetes, cavidades, pliegues, etc. utilizando los disolventes, líquidos de limpieza (agentes de limpieza) o mediante el uso de aspiradora.
¿Las cavidades, pliegues, cajones y gabinetes inutilizadas frecuentemente están apropiadamente cerrados?	Cerrarlos para que queden en la posición adecuada, en caso, que no cierren se deben revisar los mecanismos para el cierre, con el fin de reparar o reemplazar según se requiera.
¿Están manchadas o decoloradas las superficies de las partes, cajones, gabinetes, cavidades, pliegues u otras herramientas empotradas a la máquina?	Se debe intentar remover las manchas con los disolvente o líquidos de limpieza (agentes de limpieza). las manchas irremovibles y las decoloraciones se deben informar en el formato de registro de mantenimiento, para que tomen las acciones necesarias, en la mayoría de los casos se recurre a pintar de nuevo la zona afectada.
¿Los componentes, conductores y terminaciones que se encuentren deteriorados o dañados o con evidencia de recalentamiento?	Reparar o reemplazar los componentes, conductor o terminación según sea el caso.
¿Inspeccionar los componentes y terminaciones extraviados o faltantes?	Los componentes extraviados o faltantes deberán ser reemplazados, se debe informar en el registro de mantenimiento indicando el componente y la máquina afectada.

⁸⁰ ANEXO 27: Lista de chequeo – General para maquinaria.



ASPECTO	ACCIÓN A SEGUIR
¿Están correctamente posicionados los componentes?	Posicionar correctamente los componentes de la maquinaria.
¿Están funcionando todos los botones de presionar y halar, interruptores, disyuntores(tacos), botones de encendido y similares?	Reparar o reemplazar los botones de presionar y halar, interruptores, disyuntores(tacos), botones de encendido y demás según sea el caso.
¿Funcionan correctamente los estabilizadores y generadores de energía eléctrica, térmica, eólica, etc.?	Reparar o reemplazar los estabilizadores y generadores de corriente afectados.
¿ Están sobreutilizados o subutilizados los generadores o estabilizadores de cualquier tipo de corriente?	Se debe informar en el registro de mantenimiento indicando el componente y la máquina afectada.
¿Están correctamente posicionados los estabilizadores y generadores de cualquier tipo de energía?	Posicionar correctamente los estabilizadores y generadores de energía
¿Están etiquetados de forma correcta y legible los estabilizadores y generadores de cualquier tipo de corriente?	Reetiquetar o reemplazar por una nueva la etiqueta afectada.
¿Se encuentran en condiciones apropiadas el cableado de la maquinaria? (sin raspaduras, con los soportes necesarios, sin interrupciones, etc.)	Reparar o reemplazar los cables que se encuentran afectados, para este fin, la máquina no debe estar encendida.
¿Se encuentra conectado apropiadamente el cableado de la maquinaria?	Conectar apropiadamente la maquinaria, para este fin, la máquina no debe estar encendida.
¿Se encuentra actualizada la información de la maquinaria?	Se debe informar en el registro de mantenimiento.
¿La documentación de la maquinaria refleja actualizaciones, modificaciones o instalaciones de componentes adicionales que se hayan realizado?	Se debe informar en el registro de mantenimiento



ASPECTO	ACCIÓN A SEGUIR
¿Queda fuera de funcionamiento la maquina/equipo al estar desconectada de la corriente?	Se debe informar en el registro de mantenimiento. Y adicionalmente se debe colocar un aviso de fuera de servicio a la maquinaria.
¿Funcionan apropiadamente todos los indicadores de la maquina? (Luces, alarmas, etc.)	Reparar o reemplazar los indicadores de la máquina afectados.

Tabla 23: Aspectos generales a inspeccionar en máquinas.

En la tabla 23 se muestran los aspectos que aplican para aquellas máquinas o componentes que funcionan mediante mecanismos. Por tanto solo debe aplicarse a las máquinas que requieren de mantenimiento preventivo a nivel mecánico. Para estos casos aplica la Lista de chequeo - Partes Mecánicas⁸¹

ASPECTO	ACCIÓN A SEGUIR
¿ Los rodamientos de la maquinaria se encuentran en condiciones apropiadas?	Reparar o reemplazar los rodamientos para que funcionen adecuadamente.
¿Los rodamientos están sobrecargados?	Adecuar los rodamientos, repararlos o reemplazarlos.
¿Los rodamientos están fuera de los rieles?	Reposicione los rodamientos y lubrique los rieles
¿Los rodamientos se encuentran oxidados?	Retíralos, lavarlos, lubricarlos y colocar sellante anti oxidación. En caso que no funcione se deben reemplazar.
¿Los rodamientos muestran señales de recalentamiento?	Retírelos y enfríelos lentamente. Revise las causas que generaron el calentamiento, si las causas son incontrolables se deben reportar. Si son controlables puede optar por reemplazar o reparar.
¿los rodamientos se encuentran mal lubricados evidenciando problemas a rodar por los rieles?	Retírelos, límpielos y lubríquelos.

⁸¹ ANEXO 28: Lista de chequeo - Partes Mecánicas.



ASPECTO	ACCIÓN A SEGUIR
¿Están las cajas de engranajes con los niveles de aceite adecuados?	Retírelos y extraiga el aceite. Luego nivele con aceite nuevo.
¿Están desgastados los dientes de los engranajes?	Reemplace los engranajes, el desgastamiento en los dientes causa problemas en el funcionamiento de la maquinaria.
¿Los sellantes utilizados siguen siendo apropiados?	Remover el sellante de las fugas, limpiar y aplicar el nuevo sellante.
¿Se presentan filtraciones de líquidos por las superficies o al interior de la maquinaria?	Limpiar las filtraciones y proceder a remover, limpiar y sellar las fisuras.
¿Se encuentran las correas transmisoras ajustadas apropiadamente?	Retirar la correa transmisora y ajustarla apropiadamente.
¿Tienen la suficiente fuerza las correas transmisoras?	Reemplazar las correas por unas que resistan la fuerza que exige el mecanismo.
¿Son lo suficientemente flexibles las correas transmisoras?	Reemplazar las correas por unas que sean lo suficientemente flexibles.
¿Están lubricadas las cadenas y las ruedas dentadas de la maquinaria?	Retire, limpie y lubrique las ruedas dentadas y cadenas del mecanismo.
¿Los acoplamientos se encuentran en buenas condiciones?	Retire los acoplamientos, repare o reemplace según sea el caso.
¿Se observan residuos de algún material alrededor de la máquina o a su interior?	Limpie o extraiga los residuos, luego inspeccione los componentes del mecanismo y la máquina hasta que identifique el causante de los residuos. Reporte al causante en el registro de mantenimiento.

Tabla 24: Aspectos para inspeccionar en mecanismos.

Estas dos listas de chequeo planteadas anteriormente deberán realizarse cada tres semanas para garantizar la efectividad de las actividades o acciones a tomar por si se presenta alguna inconformidad en los aspectos evaluados.



Para cada una de las máquinas prioritarias se realizó su propio plan de inspección⁸² de acuerdo a las partes que tiene cada una de ellas y de acuerdo a las necesidades específicas que presentan. Para los casos de la maquinaria prioritaria en el formato se tuvo en cuenta algunos datos históricos de actividades de mantenimiento con que contaba el área, pero en general se propusieron a partir de las partes encontradas en cada maquinaria. Como los daños en la maquinaria son múltiples y varían dependiendo de condiciones específicas controlables e incontrolables lo que se pretende es abarcar la mayor cantidad de casos posibles observados para prevenir los problemas más frecuentes.

De acuerdo a las listas de chequeo que realizan los operarios que manejan las máquinas, cuando se detecta algún problema que requiera atención de un mecánico el operario deberá solicitar la ayuda del mismo, para que se solucione la irregularidad encontrada y no se afecte la máquina y el proceso productivo en sí. Para este fin, el operario siempre informará a su jefe inmediato sobre la irregularidad y este solicitará la revisión por parte de un mecánico de la planta.

La revisión que lleva a cabo el mecánico de la planta está acompañada por una documentación especial el formato de registro de mantenimiento⁸³ en el cual se registra el problema encontrado y la solución dada al problema. Adicionalmente se registra el mecánico que realiza las actividades, la duración, fecha y hora de inicio de las actividades de mantenimiento. Es un requisito que se llene este formato cuando se realice cualquier modificación, mantenimiento o cambio en las maquinarias o componentes asociados a éstas.

Estos formatos deberán ser archivados con la información para que el supervisor correspondiente los consolide y compare al final de las tres semanas para poder analizar la cantidad de actividades que se realizaron y no estaban programadas y la cantidad de actividades programadas que se cumplieron.

Con el fin de fundamentar lo anteriormente planteado, se cuenta con una ficha técnica de maquinaria⁸⁴ por cada una de las máquinas prioritarias donde se encuentran las especificaciones técnicas de la máquina, los procesos en que interviene y algunos problemas frecuentes de uso.

Finalmente se aplicó el formato AMEF⁸⁵ para la evaluación de las máquinas que impactan en gran proporción el flujo del proceso. Esta metodología fue formalmente introducida en los años 40's mediante el estándar militar 1629. Con esta se pretende identificar las causas y los efectos que una falla en la máquina podría generar cuantificado mediante 3 factores básicos:

- Probabilidad de falla: se evalúa el número de veces que ocurre el evento sobre el total de caso registrados.

⁸² Anexo 29: Listas de chequeo de maquinas prioritarias.

⁸³ ANEXO 30: Formato de registro de mantenimiento.

⁸⁴ ANEXO 31: Ficha técnica de máquinas prioritarias.

⁸⁵ ANEXO 32: Formato AMEF



$$\text{Probabilidad de falla} = \frac{\text{Número de casos}}{\text{Total de casos registrados}}$$

- Impacto: Se estima el impacto en alto (5), medio (3) o bajo (1). Se debe evaluar de acuerdo al criterio del evaluador.
- Frecuencia de falla: Corresponde al inverso del número de veces que ocurre el fallo.

$$\text{Frecuencia de falla} = \frac{1}{\text{Número de fallas}}$$

Mediante el uso del AMEF se pretende evaluar los requerimientos de mantenimiento de cada máquina, con el fin de poder realizar una programación más efectiva del mismo mantenimiento.

12.4 PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para el desarrollo de los planes de mantenimiento que se van a plantear para cada una de las máquinas identificadas como las prioritarias, se generan unas estrategias de mantenimiento asociadas con el tipo de actividades que se desean ejecutar.

Sabiendo que se pueden identificar varios tipos de estrategias, entre los que se encuentran.

- “Breakdown:⁸⁶ No hacer ningún tipo de mantenimiento hasta que el equipo falle. Cuando la falla se presenta, se requiere la reparación.
- IRAN: (Inspect And Repair As Neccesary) como sus siglas en inglés lo indican se trata de hacer una inspección programada para determinar una falla inminente. Se debe entonces reparar o reemplazar antes de la falla y combinar actividades de servicio al equipo como lubricación.
- Predictiva: monitorear el equipo y las herramientas con técnicas predictivas de largo alcance, como análisis de vibraciones, infrarrojos y condiciones que pueden agotar la vida de la máquina. Se reemplaza antes de que se presente la falla.
- Rediseñar: El equipo es rediseñado con componentes más robustos, para incrementar la fiabilidad o precisión de la máquina, hacer de las inspecciones y los reemplazos de piezas actividades más fáciles.”⁸⁷

Se ha hecho una división de la maquinaria para este fin asociando por características similares a aquellas que por ejemplo tiene las mismas funciones pero difieren en el método y principio que utilizan.

- Trituradoras (Hart, Estacionaria, línea móvil de conos).
- Volquetas Dumper (3217 y 3218).

⁸⁶ Anglicismo, Breakdown: avería, ruptura o desajuste.

⁸⁷ En Internet, http://www.strategosinc.com/tpm_strategies_3.htm



- Planta Eléctrica.
- Retroexcavadora.

A partir de las diferentes actividades de mantenimiento que se llevan a cabo actualmente en la cantera y teniendo en cuenta los procesos de mantenimiento preventivo que debe hacerse a cada máquina y que se encuentran justificados en los manuales de mantenimiento, se plantearon unos cronogramas de programación de mantenimiento preventivo para cada una de las máquinas identificadas como las vitales en el proceso.

Dentro de estos cronogramas se identifica la periodicidad con la que debe llevarse a cabo cada una de las actividades de mantenimiento preventivo, en donde algunos de los intervalos de tiempo se dan diariamente, semanalmente, etc.

Otros intervalos están dados por las horas de servicio que ha prestado la máquina o los periodos de tiempo que tengan de uso. Por ejemplo, se muestran las actividades que se deben hacer durante las primeras 250 horas de servicio, cada 500 horas de servicio se debe repetir una actividad, etc.

La programación de las actividades de mantenimiento debido a la periodicidad con la que debe hacerse, se encuentran en el anexo 33.

A partir de estos cronogramas de actividades preventivas se plantearon las listas de chequeo específicas por máquina ya nombradas, que permiten generar un control más estricto sobre el desarrollo de las mismas por parte de los operarios encargados de hacer este tipo de chequeos y por parte de los supervisores inmediatos y los jefes de mantenimiento de la cantera. Por otro lado, a partir de esta información recolectada de las listas de chequeo se pueden generar bases de datos de donde puede estudiarse con profundidad las incidencias más comunes de fallas de las máquinas. De esta manera, podrá mejorarse continuamente la manera como se planea y programa el mantenimiento, además que puede presentarse un incremento en el número de soluciones eficientes (casos éxito) para los casos de mantenimiento tanto preventivo como correctivo a partir del mejoramiento de las actividades relacionadas con el inventario de repuestos.



Grupo de maquinaria	Trituradoras	Volquetas Dumper	Planta eléctrica	Retroexcavadora
Tipo de estrategia	IRAN Predictiva	IRAN Predictiva	IRAN Predictiva	IRAN Predictiva
Descripción de estrategias	<p>1. Hacer una inspección exhaustiva de todas las partes de la Trituradora para verificar que se encuentran en buen estado y dentro de los parámetros establecidos por el manual, de lo contrario se debe informar al supervisor o jefe de mantenimiento para hacer la reparación necesaria.</p> <p>2. Cambiar filtros, aceites y demás lubricantes o refrigerantes que utilice la máquina según los periodos establecidos en el cronograma de mantenimiento.</p>	<p>1. Hacer una inspección exhaustiva de todas las partes de la Volqueta para verificar que se encuentran en buen estado y dentro de los parámetros establecidos por el manual, de lo contrario se debe informar al supervisor o jefe de mantenimiento para hacer la reparación necesaria.</p> <p>2. Cambiar filtros, aceites y demás lubricantes o refrigerantes que utilice la máquina según los periodos establecidos en el cronograma de mantenimiento.</p>	<p>1. Hacer una inspección exhaustiva de todas las partes de la Planta para verificar que se encuentren en buen estado y dentro de los parámetros establecidos por el manual, de lo contrario se debe informar al supervisor o jefe de mantenimiento para hacer la reparación necesaria.</p> <p>2. Cambiar filtros, aceites y demás lubricantes o refrigerantes que utilice la máquina según los periodos establecidos en el cronograma de mantenimiento.</p> <p>3. Hacer pruebas de funcionamiento exclusivas de las conexiones eléctricas y el grupo electrógeno que presenta la planta, que son sistemas de especial cuidado en un equipo como estos que es crítico para el buen funcionamiento de las demás máquinas de la Cantera.</p>	<p>1. Hacer una inspección exhaustiva de todas las partes de la Retroexcavadora para verificar que se encuentren en buen estado y dentro de los parámetros establecidos por el manual, de lo contrario se debe informar al supervisor o jefe de mantenimiento para hacer la reparación necesaria.</p> <p>2. Cambiar filtros, aceites y demás lubricantes o refrigerantes que utilice la máquina según los periodos establecidos en el cronograma de mantenimiento.</p> <p>3. Tomar muestras de los lubricantes, refrigerantes, de los aceites y comprobar su estado para saber si deben ser cambiados antes del tiempo establecido.</p>

Tabla 25: Estrategias de mantenimiento por grupo de máquinas



13. INDICADORES PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO.

Los indicadores sirven como banderas de alerta cuando las cosas no funcionan, y de mejoramiento continuo cuando todo aparenta estar funcionando. Generar indicadores para el área de mantenimiento surge como una necesidad de controlar y monitorear el comportamiento de la gestión de mantenimiento que se ha planteado. Los indicadores de cualquier área deben ir de la mano con los factores críticos de éxito para la compañía y con más razón con la planeación estratégica del negocio.

Es necesario tener en cuenta, que en la mayoría de empresas y sectores, existen una serie de factores críticos de éxito, que permiten que las actividades se efectúen excepcionalmente bien, de manera que la empresa consiga el éxito. Para el caso de la Cantera, se planteó el siguiente factor crítico de éxito:

- La empresa corresponde al sector de la construcción, específicamente al sector de los materiales de construcción (ATRON S.A), el *desarrollo e investigación* de nuevos métodos que mejoren y simplifiquen el proceso de extracción de materias primas y de productos, los cuales brinden nuevas soluciones a las necesidades del mercado de la construcción con nuevas características y beneficios en sus propiedades físicas sin sacrificar los parámetros de calidad establecidos.

Es así como identificado el factor crítico de éxito pasamos a factores claves de éxito:

- a. Innovación en métodos, procedimientos y productos.
- b. Distribución eficaz.
- c. Uso de tecnología de punta.
- d. Liderazgo empresarial en el sector.

Es importante hacer énfasis en los factores claves de éxito innovación en métodos, procedimientos y productos y uso de tecnología de punta, estos dos factores apuntan directamente hacia una adecuada gestión del mantenimiento para que los resultados en estos campos sean positivos y coincidan con los esperados.

13.1 INDICADORES DE MANTENIMIENTO GENERALES.

Para el caso de la medición inicial se tomará como base los periodos de tiempo en que se realizaron las mediciones con los horómetros. Todos los sistemas de gestión deben poder convertir los datos que ingresan como *inputs*⁸⁸ en información útil para retroalimentar la gestión que se está realizando en pro de cumplir con los objetivos que los mismos sistemas se han trazado. Bajo esta premisa, no se trata de medir todo lo que se puede medir, sino, medir las cosas que realmente aportan al mejoramiento continuo. Ésto con el fin de no saturar al sistema con información que al final del día no aporta ningún valor agregado. Una forma efectiva de generar valor es aproximando lo más posible a la situación ideal los resultados de los indicadores.

⁸⁸ Anglicismo, Inputs: insumos o entradas.



Para el caso específico de la Cantera Salitre Blanco se propone la medición de 8 Indicadores⁸⁹ que van a permitir identificar oportunidades de mejoras y servir de termómetro para el desempeño de la gestión del mantenimiento que se está realizando. A continuación se presentan los resultados consolidados de los indicadores planteados para medir el desempeño del mantenimiento en la cantera Salitre Blanco.

Elemento	Situación Actual	Situación Ideal
Proporción tipo de mantenimiento	63%	90%
Impacto en gastos totales	22%	10%
Incidencia de máquina	7%	3%
Impacto en Ingresos (Facturación)	39%	8%
Disponibilidad de equipos	34%	98%
Accuracy Inventory	63%	90%
Total Back Log	2,341	5
Gastos MO	\$ 47.564.799,24	\$ 79.850.757,50

Tabla 26: Comparación de indicadores

Las ilustraciones 11,12 y 13 muestran la situación de la empresa con relación a los estados ideales de cada uno de los indicadores planteados.

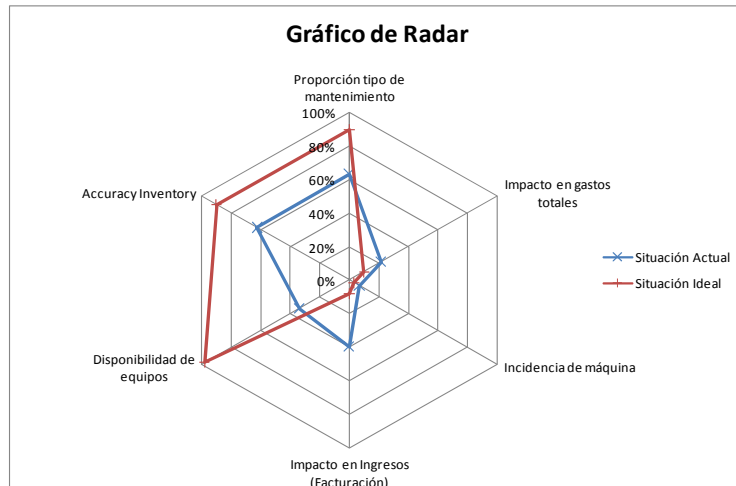


Ilustración 11: Gráfico de Radar – indicadores porcentuales

⁸⁹ Anexo 34: Indicadores de gestión del mantenimiento.

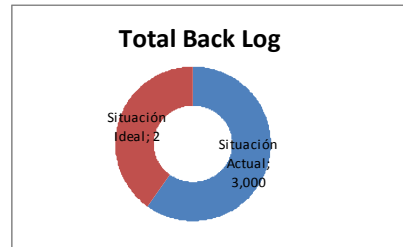


Ilustración 12: Total back log

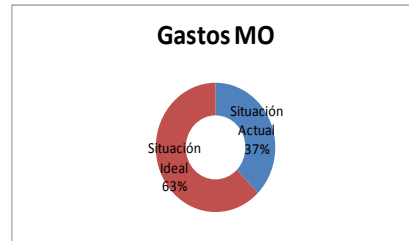


Ilustración 13: Gastos MO

Como se observa la situación actual de la compañía no es la más favorable, ya que ninguno de los indicadores porcentuales se acerca por menos de 2 puntos porcentuales a la situación ideal. Esto demuestra que se debe trabajar de forma estructurada en el planteamiento de un plan que gestión de mantenimiento para que mejoren los resultados.

El indicador total back log es el más favorable ya que muestra que la planta no se va a gastar demasiado tiempo haciendo las reparaciones necesarias a la maquinaria y a las instalaciones (recursos físicos) si se supone una parada total de los procesos y la utilización de todo el tiempo y recursos humanos disponibles para este fin. Son sólo tres semanas las que se demoraría haciendo actividades de mantenimiento de tipo correctivo y preventivo de manera continua, esto muestra que mejorar este indicador implica aumentar el número de actividades de tipo preventivo.

El indicador Gastos MO, muestra que los gastos de mano de obra son inferiores con relación al ideal, esto sucede porque el indicador se calcula con base al costo mínimo de mantenimiento como la compañía no cumple con el costo mínimo de mantenimiento se genera esta inconsistencia, en realidad \$945.781.458,8 corresponde al 45% del costo de mantenimiento, pero no se puede tomar como base referencia ya que los costos de mantenimiento actuales están representados por un 63% de actividades correctivas, la medición de este indicador no generará inconsistencias cuando la compañía llegue a niveles cercanos al costo mínimo de mantenimiento. Por tanto se analiza este indicador con relación a los gastos totales, el costo de mano de obra es el 2.44% de los gastos de mantenimiento, este porcentaje debería ser mayor por tanto indica que los gastos de mantenimiento se están enfocando a actividades correctivas al 63% y dentro del restante están las actividades de mantenimiento preventivo, gastos de mano de obra, compra de repuestos, sobrecostos por paradas inesperadas, costos de no



calidad entre otros. En el anexo 39 se enlistan indicadores para el área de mantenimiento, los cuales servirán como apoyo según las necesidades específicas.

13.2 INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO POR MÁQUINA.

Las tablas siguientes ilustran los resultados obtenidos a partir de la medición acorde con la situación actual. En los formatos de registro de los indicadores se registra la explicación de los indicadores y la fórmula para que sean calculados.

Algunos de los equipos no aparecen en todas las muestras debido a que para los tiempos determinados estos equipos no entraron dentro de la maquinaria a la que se le hizo mantenimiento.

Equipo	Disponibilidad de equipos
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	51,82%
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	24,04%
TRITURADORA DE MANIBULAS HARTL	41,77%
TRITURADORA ESTACIONARIA	14,81%
VOLQUETA DUMPER # 3217	21,66%
VOLQUETA DUMPER # 3218	37,19%
PLANTA ELÉCTRICA 1	45,29%

Tabla 27: Disponibilidad de equipos

De acuerdo con los resultados obtenidos la trituradora estacionaria es el equipo con el menor rendimiento, solamente estuvo disponible el 14% del tiempo, evidenciando problemas graves que deben ser tratados de forma prioritaria. Esta trituradora hace parte del proceso de trituración secundaria, actividad vital para el flujo de las operaciones, motivo por el cual debe solucionarse esta situación de continua incidencia en el taller mejorando las cifras del indicador y el desempeño del proceso en sí.

La trituradora Harlt fue el equipo que obtuvo las mejores puntuaciones en una mayor cantidad de ocasiones, lo que demuestra que las labores de mantenimiento asociadas al mismo tienen una mejor planeación que la de los demás equipos. La volqueta Dumper 3217 tuvo una disponibilidad baja en la mayoría de las mediciones, evidenciando una deficiente planeación del mantenimiento para este equipo. Esta situación implica una sobrecarga de trabajo a la volqueta Dumper 3218, por tanto es importante prestar atención a este caso para que se balanceen las cargas.

En cuanto a la línea móvil de conos presentó algunos problemas durante las mediciones pero se mantuvo en un promedio del 60% de disponibilidad. Esta máquina afecta directamente en la trituración secundaria, por lo que su disponibilidad debe aumentar para que el flujo del proceso no se vea interrumpido en el 40% del tiempo total del tiempo en que opera la cantera. En los resultados consolidados se muestra que ninguno de los equipos logró la meta propuesta, por el contrario todos se encuentran por debajo del 50% y el equipo más crítico es la trituradora estacionaria que en el total del tiempo de medición presenta una disponibilidad negativa.



Equipo	Gastos MO	Frecuencia
TRITURADORA ESTACIONARIA	\$ 24.670.433,65	7
VOLQUETA DUMPER # 3217	\$ 4.283.223,64	5
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	\$ 11.460.348,93	6
VOLQUETA DUMPER # 3218	\$ 4.216.249,60	6
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	\$ 5.046.416,22	5
PLANTA ELÉCTRICA	\$ 2.582.394,47	4
TRITURADORA HARLT	\$ 109.027,51	3

Tabla 28: Gastos de MO.

El indicador de gasto de mano de obra refleja la situación del indicador anterior, generando el mayor monto de gastos en la trituradora estacionaria, seguido por la línea móvil de conos el que tiene una baja disponibilidad ya que aparece recurrentemente como ingresada al taller. Por tanto, lograr ahorros en estos equipos reducirá de forma significativa en los gastos de mantenimiento totales. La trituradora Harlt representa el menor monto, pero por tratarse de un equipo de trituración, impacta en el desarrollo de las actividades del proceso.

EQUIPO	Proporción tipo de mantenimiento
TRITURADORA ESTACIONARIA	74%
TRITURADORA DE MANIBULAS HARTL	56%
LINEA MOVIL DE CONOS	53%
VOLQUETA DUMPER # 3217	50%
VOLQUETA DUMPER # 3218	20%

Tabla 29: Proporción de tipo de mantenimiento.

El indicador de proporción de tipo de mantenimiento refleja que en su mayoría se realizan mantenimiento correctivos a todas las máquinas, las volquetas rígidas son las únicas en que se reflejan aproximaciones a mayor proporción del mantenimiento preventivo. Este indicador es vital, para que se cumplan con los objetivos de este plan. La volqueta Dumper 3218 está la meta propuesta para el indicador, por lo que se deben mantener las acciones preventivas que este equipo haya tenido para continuar con el cumplimiento de los objetivos.

Elemento	Consolidados
TOTAL GASTOS	\$ 1.949.460.740,21
MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA	\$ 420.347.315,00
IMPACTO EN GASTOS TOTALES	22%

Tabla 30: Impacto de mantenimiento.

El indicador de impacto en gastos totales no está lejos de lograr la meta del 15%, pero con el plan se pretende alcanzar ahorros que en el largo plazo permitan mejorar esta cifra generando ahorros significativos que ayuden a mejorar la rentabilidad de la cantera. Esto debido a que, como ya se explicó, en este momento la cantera genera pérdidas para la compañía pero es un negocio viable desde el punto de vista que complementa el negocio de grupo Aguilar, la transformación de materiales de construcción para generar agregados pétreos y emulsiones.



INCIDENCIA DE MÁQUINA	08 oct 2008 al 10 oct 2008	10 oct 2008 al 24 oct 2008	24 oct 2008 al 31 oct 2008	1 Nov 2008 al 11 Nov 2008	16 nov 2008 al 21 nov 2008	28 nov 2008 al 5 dic 2008	Consolidado
TRITURADORA ESTACIONARIA	10,71%	5,41%	13,33%	12,50%	23,53%	9,38%	12,48%
VOLQUETA DUMPER # 3217	7,14%	5,41%	13,33%	0,00%	11,76%	0,00%	6,27%
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	3,57%	10,81%	13,33%	12,50%	0,00%	12,50%	8,79%
VOLQUETA DUMPER # 3218	7,14%	2,70%	13,33%	8,33%	11,76%	6,25%	8,25%
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	10,71%	8,11%	0,00%	0,00%	5,88%	6,25%	5,16%
PLANTA ELÉCTRICA	14,29%	5,41%	0,00%	8,33%	0,00%	6,25%	5,71%
TRITURADORA HARLT	0,00%	2,70%	0,00%	4,17%	5,88%	0,00%	2,13%

Tabla 31: Incidencia de Máquina.

Accuracy Inventory	Faltante	Inventario total	Cancelaciones	Total solicitudes	Accuracy Inventory
Noviembre	2	19	0	21	90,48%
Diciembre	13	43	24	80	53,75%
Enero	15	57	0	72	79,17%
Febrero	20	51	5	76	67,11%
Marzo	70	26	21	117	22,22%
Total Meses					62,54%

Tabla 32: Accuracy Inventory.

Elemento	Cantidad
Horas trabajadas por 1 empleado en mantenimiento	3746
Horas de trabajo mano de obra disponible (5)	40
Horas trabajadas de mantenimiento con MO disponible	93,65
Semanas trabajadas en mantenimiento por (5) empleados	2,34125

Tabla 33: Total Back log.

El back log arrojó una cifra de 2.3, lo que indica que existe una reacción rápida por parte de la cantera para utilizar todos sus recursos en la reparación de todos los equipos e instalaciones cuando se supone una pausa total de todo el proceso. Este indicador debería estar en promedio de las 5 semanas según las prácticas de mantenimiento de otras empresas, por lo que demuestra que los equipos y el personal con los necesarios para la realización de las actividades de mantenimiento de todo tipo para toda la maquinaria.

Elemento	@ 2008
Total Ingresos	\$ 5.324.773.800
MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA	\$ 2.101.736.575
Impacto en Ingresos (Facturación)	39,47%

Tabla 34: Impacto en Ingresos (facturación).



Finalmente los indicadores brindan la posibilidad de identificar las máquinas que tienen las mayores fallas dentro del grupo de las prioritarias, estas máquinas son la trituradora estacionaria y la línea móvil de conos. Cualquier avance que mejore las condiciones de estas máquinas impactará de forma significativa en el éxito tanto del plan de mantenimiento como en la mejora de los indicadores del área de mantenimiento, lo que se reflejara directamente en los estados financieros de la compañía como en los resultados a nivel operacional y a todos los niveles.

14. ANÁLISIS DE IMPACTO EN LA CADENA DE VALOR POR IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA

14.1 DIAGRAMA DE INTERRELACIONES

El diagrama de interrelaciones evalúa las relaciones existentes entre las operaciones del proceso que se analiza, por lo tanto, el diagrama de interrelaciones es una herramienta útil que permite determinar las actividades que realmente generan valor agregado al proceso productivo como tal. Según la información anterior y para el beneficio del proyecto, se procede a identificar los procesos críticos o más interrelacionados, del proceso para analizar luego el impacto sobre la cadena de valor.

En la tabla 35 se encuentra la explicación de las convenciones utilizadas en el diagrama. La idea de este diagrama es calificar con el mayor puntaje la operación que más injerencia tenga con las demás operaciones del proceso y, por tanto, con el flujo de recursos a través de él.

Relación	Calif	Valor	Explicación
Absolutamente necesaria	A	4	Vital que se realice para continuar con secuencia.
Especialmente importante	E	3	Controla la secuencia de operaciones.
Importante	I	2	Permite la secuencia de las operaciones
Ordinario	O	1	Actividad sin mayor impacto en la secuencia.
(U) No importante	U	0	Actividad omitible.
(X) No deseable	X	-1	Actividad que retrasa el flujo del proceso

Tabla 35: Explicación diagrama de interrelaciones.

En la tabla 36 se presentan los resultados del diagrama de interrelaciones⁹⁰. Se diagramó con base en el proceso que se desarrolla en la cantera Salitre Blanco y se encontraron las siguientes conclusiones:

⁹⁰ ANEXO 11: Diagrama de interrelaciones.



- La remoción de estériles y explotar y fracturar la cara de la roca, son actividades vitales para la secuencia del flujo del proceso, son actividades que se demoran grandes cantidades de tiempo (ver diagrama de flujo) pero, sin embargo son importante porque permiten que se explote una zona determinada sin que se tengan que hacer retrabajos, incluyendo extracción de capa vegetal al producto ya triturado, a la roca que pasa a la trituración secundaria y además reducen el riesgo de atascamiento en la alimentación de la trituración primaria.

Operación	A	E	I	O	U	X	Calificación
	4	3	2	1	0	-1	
Remoción de estériles	2	0	0	0	9	0	8
Explotar y fracturar cara de la roca	3	0	0	1	7	0	13
Repicar roca	3	0	2	0	6	0	16
Cargar a primaria	3	0	1	1	6	0	15
Inspección para evitar atascamientos	0	1	3	2	5	0	11
Trituración primaria	2	1	4	0	4	0	19
Transporte a secundaria	2	0	3	1	5	0	15
Descargue a secundaria	2	1	1	2	5	0	15
Inspección para evitar atascamientos	1	1	3	1	5	0	14
Martillar material (trituración secundaria)	2	1	3	0	5	0	17
Criba y salida de productos	2	0	1	1	7	0	11
Cargar productos pesados en kilogramos	1	0	1	1	8	0	7

Tabla 36: Resultados calificación de diagrama de interrelaciones.

- Las inspecciones que se realizan durante la alimentación de las trituradoras, tanto secundaria como primaria, permiten prevenir atascamientos, pero a su vez no son actividades vitales del proceso. La experiencia de los trabajadores con el manejo de las máquinas de las actividades previas a las trituraciones debería, con el paso del tiempo, tender a reducir el tiempo que se consume en estas actividades, dado que se alimentarán las trituradoras con rocas de diámetros apropiados para que sean trituradas.
- En cuanto al transporte a secundaria es una actividad vital para obtener el producto terminado con las características apropiadas. Sin embargo, de una buena planeación de la producción dependerá que este transporte sea en distancia lo más corta posible. Adicionalmente, que la distancia se aproxime a la óptima alargará la vida de las volquetas rígidas, teniendo que recorrer menos distancias. El diagrama de interrelaciones muestra que el transporte es vital, pero tiene una oportunidad de mejora en la cual puede trabajarse.

- Como era de esperarse, las trituraciones son las operaciones que obtuvieron una mayor puntuación, por encontrarse directamente relacionadas con el valor agregado que obtiene el producto terminado. Por tanto, es importante centrar los esfuerzos prioritariamente en éstas, para que el flujo del proceso no se vea fuertemente impactado en caso de un fallo. La extracción de la roca del suelo se llevó la siguiente puntuación, por lo tanto se considera dentro de las actividades importantes del proceso.
- En este caso no se encontraron actividades no deseables, por lo que se concluye que las actividades se ajustan a las necesidades del proceso, sin embargo existen oportunidades de mejora en aquellas actividades que no tienen calificación A, lo que no la relaciona de forma vital con ninguna otra de las actividades.

14.2 BENEFICIOS PARA LA COMPAÑÍA A PARTIR DE IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA.

La implementación que pretenda el mejoramiento continuo de los procesos de cualquier plan debe traer como consecuencia beneficios que posiblemente impacten en el largo plazo en las finanzas y que se vean más tangibles en otro tipo de indicadores que no necesariamente impacten los estados financieros en el corto plazo.

En lo que se refiere al flujo del proceso, la implementación de un plan de mantenimiento preventivo basado en inspecciones periódicas de la máquina cambia la forma en que se desarrollan los procesos, aumentando el flujo en un eslabón. Al realizarse esta inspección al principio, el proceso no comienza con el ingreso las materias primas, productos en proceso y suministros sino que empieza con la inspección a la maquinaria, entonces se garantizan mejores condiciones de las maquinarias lo que se refleja directamente en la calidad de los productos terminados al reducir el riesgo de suciedades, polvo o demás en los productos terminados. En la gráfica 8 ilustra el proceso actual en la parte superior y en la parte inferior el nuevo proceso y el cambio asociado por la implementación del plan.

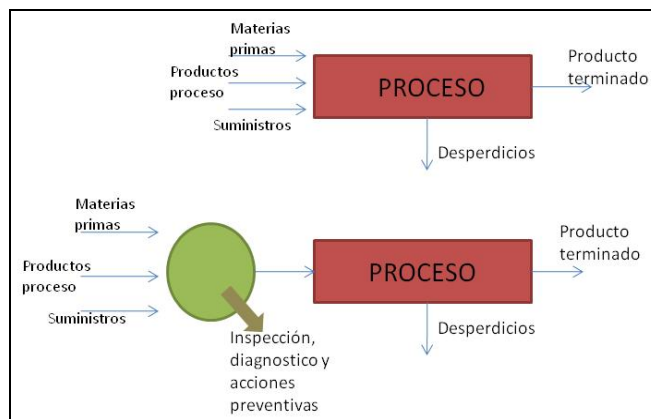


Ilustración 14: Flujo de actividades del proceso productivo.



A continuación se enlistan una serie de beneficios que percibe la compañía mediante la implementación del mantenimiento correctivo en la cantera Salitre Blanco

- El primer aspecto es que el número de fallas no anunciadas que se detectan será mayor. Al realizar inspecciones se genera la oportunidad de diagnosticar y corregir errores en conexiones eléctricas, posicionamiento de mecanismos, lubricación, limpieza, desgaste, nivel de humedad y funcionamiento correcto de dispositivos de alarma, dispositivos de traslación, rotación, apertura, cierre, entre otros.
- Como segundo aspecto se encuentra lo referente a los tiempos asociados a los paros mediante la planificación de los tiempos de diagnóstico, intervención y retroalimentación de las maquinarias afectadas se logra distribuir las cargas de trabajo de los operarios y mecánicos que realizan estas actividades.
- La aplicación del mantenimiento preventivo genera reducciones en los tiempos de espera repuestos considerando dentro de la programación y planeación del mantenimiento, los *leadtimes*⁹¹ del proveedor y del tránsito de los mismos desde el proveedor hasta el almacén. Adicionalmente se generan ahorros en los tiempos de mantenimiento, ya que se tienen políticas estructuradas y procedimientos de inspección para la maquinaria claros por lo que se reduce los tiempos perdidos que se emplean en la identificación de qué componentes inspeccionar. Finalmente, los tiempos de producción al poderse programar cumplen con las metas fijadas por la gerencia, dando un espacio para el mantenimiento de la maquinaria, sin que se afecten los niveles de producción.
- Los costos aumentan al no planear el mantenimiento, puesto que las maquinas que fallan generan trabajo no programado para los mecánicos retrasando la programación de sus actividades diarias. El primer rubro son los costos de no calidad de los productos terminados debido a fallas en la maquinaria que afecten la integridad (especificaciones) de los mismos. Los costos de alquiler de maquinaria para reemplazarla y continuar con el proceso productivo. El costo de la mano de obra que realiza actividades extraordinarias o las asesorías de emergencia por parte de expertos para la solución de problemas de mantenimiento. El costo de poner a disposición los recursos que no están disponibles en el almacén para que se puedan corregir el problema encontrado en la maquinaria. El costo de paro de la producción el cual se desglosa en costo de hora hombre que los operarios no trabajan debido a fallas, costo de pérdida de producción, costo de hora maquina que se cobra pero sin retorno debido a que la maquina está parada.
- Se mejoran las condiciones de la maquinaria, ya que está demostrado que el mantenimiento preventivo alarga la vida útil de las máquinas al mantener el monitoreo del funcionamiento de las mismas.

⁹¹ Anglicismo, lead time: Tiempo que transcurre desde la generación de la orden de compra hasta que el pedido llega a manos del cliente.

- El mantenimiento de la maquinaria reduce la probabilidad de baja calidad de productos, es decir, se genera menos cantidad de productos terminados fuera de especificación ya que las máquinas con las que se trabajan las materias primas, insumos y productos en proceso están calibradas, lubricadas y en condición de funcionar adecuadamente. Y al reducirse la cantidad de productos no conformes se aumenta los volúmenes de producción, menos actividades y costos por logística inversa y, por tanto, los ingresos provenientes de los mismos.
- Los costos asociados a accidentes se reducen, ya que las máquinas/equipos al estar controladas y con menor probabilidad de falla reducen el riesgo de un accidente de trabajo.
- El deterioro del ritmo de producción se evidencia cuando los operarios se ven forzados a descansar en tiempos de trabajo, reduciendo los volúmenes de producción y disminuyendo la productividad de los mismos y eficiencia del proceso.

A continuación se ilustra una balanza con los pros y contras que tiene el proceso de realizar el mantenimiento preventivo.



Ilustración 15: Balanza de ventajas y desventajas.

Como se observa en la grafica de ventajas y desventajas las ventajas son mayores, por tanto, la balanza se inclina a identificar el mantenimiento preventivo como un eslabón clave para generar ahorros y excelencia operacional.

Para la medición del impacto en la cadena, luego de listar los beneficios se procede a plantear un supuesto para poder calcular los beneficios en la cadena.



a. Supuestos

Con la implementación del plan se espera que el tiempo de marcha de las máquinas prioritarias aumente 30 minutos por jornada laboral con relación a su valor actual, ya que se tiene en cuenta que los beneficios que conlleva el plan aumentarán la eficiencia de la máquina al mejorar sus condiciones de funcionamiento.

Para los demás equipos y máquinas se supone eficiencia inicial del 85% pasando a una eficiencia en la situación propuesta de 90%, aumentando 5 puntos porcentuales debido al plan de mantenimiento. Lo que se traduce como una reducción del tiempo de mantenimiento de 10 minutos por máquina.

b. Cargas de trabajo⁹²

El estudio de cargas de trabajo, consiste en realizar un estudio acerca de la distribución y el análisis simultáneo del trabajo en los diferentes recursos que la empresa utiliza con el fin de lograr sus objetivos. Se toma como base la tabla 37 en donde se indica la eficiencia de cada una de las máquinas analizadas.

El estudio de cargas de trabajo presentará la situación actual de la maquinaria de la cantera y la situación propuesta de acuerdo a los supuestos del punto anterior.

Maquinaria	Utilización de máquina	Eficiencia de máquina	Utilización efectiva
TRITURADORA ESTACIONARIA	71,69%	82,56%	59,19%
VOLQUETA DUMPER # 3217	57,58%	78,29%	45,08%
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	64,63%	80,66%	52,13%
VOLQUETA DUMPER # 3218	57,58%	78,29%	45,08%
PLANTA ELÉCTRICA	79,40%	84,26%	66,90%
TRITURADORA HARLT	76,18%	83,59%	0,00%
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	79,40%	84,26%	66,90%

Tabla 37: Análisis de cargas de trabajo, situación actual.

Maquinaria	Utilización de máquina	Eficiencia de máquina	Utilización efectiva
TRITURADORA ESTACIONARIA	77,94%	83,96%	65,44%
VOLQUETA DUMPER # 3217	63,83%	80,42%	51,33%
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	70,88%	82,37%	58,38%
VOLQUETA DUMPER # 3218	63,83%	80,42%	51,33%
PLANTA ELÉCTRICA	85,65%	85,41%	73,15%
TRITURADORA HARLT	82,43%	84,84%	69,93%
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	85,65%	85,41%	73,15%

Tabla 38: Análisis de cargas de trabajo, situación propuesta.

⁹² ANEXO 35: Cargas de trabajo



Adicionalmente el impacto en la cadena se medirá en costos y tiempos que muestra a su vez mejoras en los volúmenes de producción y por ende en los ingresos y en la calidad de los productos terminados del proceso de extracción minera.

c. Impacto en la cadena

- *Los Tiempos:* Para efectos de la medición de tiempos se toma como base la eficiencia de las máquinas la cual compara la utilización de la máquina y la utilización efectiva de la misma. En la tabla 39 se ilustran los ahorros y los valores que toma el indicador en cada uno de los casos.

Como se puede observar el ahorro en tiempo refleja un ahorro porcentual del 4% en los tiempos de mantenimiento, ahorrando 225 horas en un horizonte de 6 meses. Este ahorro representa un aumento de los volúmenes de producción ya que los tiempos de reducción se emplearan como tiempos activos del proceso productivo. Ahorrar 4% en tiempo es la meta a corto plazo, ya que los ahorros deben llegar hasta el 15% de acuerdo a como se vaya logrando la exitosa implementación del plan.

EQUIPO	Total Mantenimiento[hr]	Eficiencia	Tiempo propuesto[hr]	Eficiencia Propuesta	Ahorro[hr]
Komats u PC 400	196,79	0,85	185,86	0,90	10,93
Komats u PC 280	22,83	0,85	21,56	0,90	1,27
Euclid 3217	86,93	0,78	84,64	0,80	2,30
Euclid 3218	704,47	0,78	685,85	0,80	18,62
Brigadier	113,02	0,85	106,74	0,90	6,28
Buldocer D85A	792,90	0,85	748,85	0,90	44,05
Akerman	814,87	0,85	769,60	0,90	45,27
Martillo Indeco #2	105,85	0,85	99,97	0,90	5,88
Cat 345	533,85	0,84	526,67	0,85	7,18
Martillo Indeco #1	370,58	0,85	349,99	0,90	20,59
Trituradora Hart	80,37	0,84	79,19	0,85	1,18
Trituracion Estacionaria	404,31	0,83	397,57	0,84	6,73
Planta Electrica	200,75	0,84	198,05	0,85	2,70
cargador PC 420	41,76	0,85	39,44	0,90	2,32
Línea móvil conos	334,98	0,81	328,04	0,82	6,94
Planta Electrica 2	201,97	0,85	190,75	0,90	11,22
Tablero de control 2	0,00	0,85	0,00	0,90	0,00
Cono secundario	0,00	0,85	0,00	0,90	0,00
Zaranda 2	145,24	0,85	137,17	0,90	8,07
Soldador Gasolina	56,68	0,85	53,53	0,90	3,15
Soldador ACPM	376,66	0,85	355,73	0,90	20,93
Estdo Del Tiempo	0,00	0,85	0,00	0,90	0,00
Camion Ford	0,00	0,85	0,00	0,90	0,00
Total Horas/mes	5584,81	4663,00	5359,20	4663,00	225,60

Tabla 39: Ahorros en tiempos de mantenimiento.

- *Los volúmenes de producción:* Se analizó en el punto anterior los ahorros en los tiempos. Como se explicó estos ahorros deben traducirse en mayores tiempos activos del proceso productivo, por tal motivo la producción debe



aumentar en su proporción. Para este caso tomaremos los datos de la producción de los meses en que se realizó el horizonte del estudio. Para el cálculo de los volúmenes de producción se toma como referente la eficiencia actual 83,49% y la eficiencia propuesta 87,01%. En la tabla 40 se muestran los resultados de los incrementos en los volúmenes de producción.

MES	Volumen de producción[m3]	volumen producción propuesto[m3]	BENEFICIO
Enero	1935,0	2016,5	81,5
Febrero	3355,8	3497,1	141,3
Marzo	2868,5	2989,2	120,8
Abril	3480,6	3627,1	146,5
Mayo	3572,0	3722,4	150,4
Junio	3102,6	3233,2	130,6
Julio	22779,3	23738,3	958,9
Agosto	3845,4	4007,3	161,9
Total	44939,3	46831,1	1891,8

Tabla 40: Volúmenes de producción.

El beneficio logrado es de 1891m³ adicionales lo que se ve reflejado directamente en los estados financieros, mejorando la relación ingresos/costos. Por tanto este punto es vital, ya que además de mejorar la eficiencia del proceso, se refleja en dinero los beneficios que se obtienen a partir de la implementación de los planes de mantenimiento. El beneficio porcentual registrado es del 4.2%.

- *Las Ventas (ingresos)*: La relación ingresos/gastos acumulada por todos los periodos es de 0.546⁹³ lo que muestra que la cantera está trabajando a pérdidas. Razón por la cual, cualquier ahorro sustancial o aumentos de ingresos por concepto de ventas beneficiará las finanzas de la cantera. Es importante tener presente que la cantera vende su producto terminado a la Planta de Mosquera para que se desarrollen emulsiones asfálticas y asfaltos modificados, razón por la cual las cantidades que no logren venderse irán a ser transformadas por el mismo grupo Aguilar, reduciendo a niveles muy bajos el nivel de stock, descartando la posibilidad de aumento en los costos por mantenimiento de inventario. En la tabla 41 se muestra los beneficios percibidos en ingresos que alcanzan los \$37.378.789 mejorando substancialmente la relación ingresos/gastos a 0.565. Se espera que a medida que se implemente el plan de mantenimiento esta relación llegue a niveles superiores de 1.

⁹³ ANEXO 3: Rentabilidad de la cantera.



MES	Ventas Netas	Ventas propuestas	BENEFICIO
Enero	\$ 78.822.000,00	\$ 82.140.132,48	\$ 3.318.132,48
Febrero	\$ 131.299.130,00	\$ 136.826.367,41	\$ 5.527.237,41
Marzo	\$ 114.618.109,00	\$ 119.443.133,36	\$ 4.825.024,36
Abril	\$ 145.123.651,00	\$ 151.232.852,74	\$ 6.109.201,74
Mayo	\$ 145.616.788,00	\$ 151.746.749,10	\$ 6.129.961,10
Junio	\$ 125.588.622,00	\$ 130.875.466,86	\$ 5.286.844,86
Julio	\$ 22.779,33	\$ 23.738,26	\$ 958,93
Agosto	\$ 146.839.390,00	\$ 153.020.818,39	\$ 6.181.428,39
Total	\$ 887.930.469,33	\$ 925.309.258,60	\$ 37.378.789,27

Tabla 41: Beneficio en ventas.

- Impacto en costos de mantenimiento:** El impacto en los costos de mantenimiento que tiene asociado la cantera tienen diferentes ahorros, pero en promedio se toma un ahorro de 23.12 %, esto con el fin de generar un ahorro en los costos de la cantera y observar el comportamiento de la relación ingresos gastos. La nueva relación de ingresos gastos es de 0.691 mostrando mejoras con respecto a la medición anterior que no lograba superar el 0.6. Adicionalmente, se observan ahorros substanciales para todos los costos asociados. El único costo que no tuvo en cuenta la eficiencia es la mano de obra, la cual se calculó a partir del número de empleados que requiere la variación porcentual de la productividad. Las cifras en verde representan los ahorros generados siendo el mayor ahorro del 31.04% en los costos de mantenimiento lo que indica mejoras para el área, demostrando que los planes generan ahorros reales que repercutirán directamente en los estados financieros haciendo más rentable la operación en la cantera.

	MANO OBRA	MAQUINARIA	MANTENIMIENTO
TRITURADORA ESTACIONARIA	\$ 19.194.259,43	\$ 60.611.707,81	\$ 493.712.493,30
VOLQUETA DUMPER # 3217	\$ 2.156.713,15	\$ 13.620.954,49	\$ 110.949.446,00
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	\$ 4.940.774,65	\$ 15.601.997,61	\$ 127.086.027,06
VOLQUETA DUMPER # 3218	\$ 2.772.684,72	\$ 17.511.189,42	\$ 142.637.343,53
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	\$ 2.218.472,83	\$ 1.549.935,29	\$ 12.624.993,48
PLANTA ELÉCTRICA	\$ 132.620,79	\$ 837.580,92	\$ 6.822.513,03
TRITURADORA HARLT	\$ 397.862,38	\$ 7.636.767,25	\$ 62.205.265,88
TOTAL	\$ 31.813.387,96	\$ 117.370.132,78	\$ 956.038.082,28
TOTAL REAL	\$ 33.138.945,79	\$ 158.837.080,90	\$ 1.386.430.076,37
AHORRO	\$ 1.325.557,83	\$ 41.466.948,11	\$ 430.391.994,08
VARIACIÓN	4,00%	26,11%	31,04%

Tabla 42: Ahorros en costos Mano de Obra, Maquinaria y Mantenimiento.



	PRODUCCIÓN	INVENTARIOS	REPROCESO
TRITURADORA ESTACIONARIA	\$ 40.564.498,21	\$ 2.836.563,21	\$ 2.836.563,21
VOLQUETA DUMPER # 3217	\$ 9.115.849,13	\$ 84.254,35	\$ 84.254,35
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	\$ 10.441.665,92	\$ 1.235.730,51	\$ 1.235.730,51
VOLQUETA DUMPER # 3218	\$ 11.719.396,09	\$ 28.084,78	\$ 28.084,78
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	\$ 1.037.297,08	\$ 140.423,92	\$ 140.423,92
PLANTA ELÉCTRICA	\$ 560.552,59	\$ 463.398,94	\$ 463.398,94
TRITURADORA HARLT	\$ 5.110.920,69	\$ 365.102,20	\$ 365.102,20
TOTAL	\$ 78.550.179,71	\$ 5.153.557,91	\$ 5.153.557,91
TOTAL REAL	\$ 106.377.558,87	\$ 7.340.429,08	\$ 4.085.934,26
AHORRO	\$ 27.827.379,16	\$ 2.186.871,17	\$ 882.800,47
VARIACIÓN	26,16%	29,79%	21,61%

Tabla 43: Ahorros en costos Producción, Inventarios, Reproceso.

15. AJUSTES PARA POLÍTICAS ACTUALES DE MANTENIMIENTO DE LA COMPAÑÍA.

Actualmente la compañía no cuenta con políticas de mantenimiento documentadas sino que de acuerdo a los objetivos organizacionales se plantearon metas para el área de mantenimiento de todas las empresas y obras en que participe el grupo. Los objetivos perseguidos por el área de mantenimiento son:

- Implementar la medición y el seguimiento de los indicadores de gestión de mantenimiento.
- Comparar estos indicadores con empresas de clase mundial.
- Revisando estos resultados, adoptar las políticas necesarias para un mejoramiento continuo.

De acuerdo a estos compromisos y a los objetivos y estrategias del Plan propuesto de mantenimiento preventivo se plantearon ciertas políticas que ayudarán a la implementación del plan, las cuales deben ser difundidas a toda la organización con el fin que se comprendan y apliquen.

Para el cumplimiento de estas políticas y teniendo en cuenta el cambio que estas implican se propone el seguimiento de una estrategia que disminuya el impacto del cambio y reduzca eficazmente la resistencia al mismo. A continuación se explica la estrategia planteada.

- *Actualización continúa de los objetivos, los métodos y las expectativas grupales de forma participativa mediante una comunicación abierta y sincera.* La idea general de esta estrategia es la de flexibilizar los objetivos, métodos y expectativas para que los miembros de la organización aporten ideas de acuerdo a su experiencia durante el cambio. De esta forma se tomarán en cuenta las ideas de todas las áreas, se resolverán las inquietudes grupales e individuales y se reducirá la incertidumbre sobre que las



medidas adoptadas para lograr la transición y el cambio definitivo. Adicional a la comunicación con el equipo de trabajo, se deben actualizar los objetivos y validar los métodos y procedimientos para que estos se ajusten a las necesidades de la organización y conserven la concordancia con las ideas planteadas por los miembros del equipo multifuncional.⁹⁴

15.1 POLÍTICAS GENERALES DE MANTENIMIENTO

Las siguientes políticas se plantean como directrices de los planes de mantenimiento adjuntos:

i. Conservarlo Limpio

La mayoría de problemas que se dan en la maquinaria se presentan debido a suciedades y materiales particulados en el ambiente de trabajo, que además de afectar a los trabajadores, afectan a la maquinaria. Debido a las características del ambiente de trabajo de la cantera Salitre Blanco, es imposible mantener las maquinarias sin ningún tipo de polvo o suciedades.

Sin embargo, estas condiciones no excluyen la posibilidad de mantener equipos de limpieza que se requieren. Por lo tanto, la aplicación de esta política disminuirá en gran proporción las paradas por atascamientos en mecanismos, alargando la vida útil y la eficiencia de la maquinaria.

Consérvelo limpio se refiere a que por lo menos una vez en la semana se deben asear los equipos de forma superficial y mensualmente, en su interior. El término asear se refiere a lavarlos y remover el material particulado y suciedades que se alojan en las superficies y en interiores (cavidades, pliegues, gabinetes y demás). Estas limpiezas deben reducir la probabilidad de falla hasta un 70%, pues se estarían evitando fallas por casuales de impurezas, posicionamiento de mecanismo, por cortos circuitos debidos a cables en lugares incorrectos, etc.

La limpieza es esencial cuando se implementa cualquier plan de mantenimiento a una maquinaria ya que los equipos limpios están expuestos a menor riesgo de fallas por elementos extraños en sus mecanismos o en sus superficies.

ii. Conservarlo Seco

Otro de los grandes problemas que afrontan las maquinarias son las humedades o los líquidos que no fueron evacuados, los cuales comienzan a oxidar mecanismos y superficies de los equipos. Los equipos más afectados son aquellos que funcionan con energía eléctrica, ya que estos líquidos pueden causar cortos circuitos que imposibilitan que la máquina funcione.

Conservarlo seco, se refiere a que cuando se asean y/o laven los equipos, todos los líquidos deben ser removidos al 100% tanto de la parte superficial como de los interiores. Además debe hacerse revisión en la aparición de fugas de aceites, refrigerantes u otros lubricantes que usen las máquinas. También aplica para equipos que se han mojado por lluvias.

⁹⁴ ANEXO 38: Recomendaciones para la adopción de la estrategia de cambio cultural planteada.



Mantener los equipos secos reduce el riesgo de fallas en unos 40% por causales asociadas a humedades, cortos circuitos o desgastamiento superficial e interior de los equipos.

iii. Conservarlo Ajustado

Las vibraciones a las que son expuestos los equipos causan que se pierdan las posiciones adecuadas de los componentes que integran una máquina, poniendo en riesgo los mecanismos y sistemas de unión de las superficies como de los interiores. Es aun más grave cuando se habla de sistemas eléctricos los cuales pueden causar cortos deteniendo completamente la maquinaria y generando pérdidas en tiempos productivos y elevación de costos por mantenimiento.

Conservarlo ajustado se refiere registrar periódicamente (se recomienda mensualmente) todos los tornillos, tuercas, uniones, rodamientos y demás con los que cuenta la maquinaria. El término ajustado hace referencia en este caso puntual a la posición adecuada, con la fuerza requerida, bajo la presión adecuada y lubricados adecuadamente.

Mantener los equipos ajustados alargará el tiempo de vida útil y aunque aumentará los tiempos en inspecciones reducirá notablemente los tiempos de paros y fallas en la maquinaria debidos a desajustes o malas posiciones de sus componentes.

iv. Conservarlo alejado de fricciones innecesarias

A excepción de los equipos diseñados para generar contacto en alguno de sus componentes con otras superficies, los demás componentes deben mantenerse alejados la mayor cantidad de tiempo posible del contacto con otras superficies que puedan generar choques o desgastamientos afectando la integridad del equipo y afectando el flujo del proceso en que participa el mismo.

Conservarlo alejado de fricciones innecesarias ayuda a reducir daños superficiales e interiores en el chasis de la maquinaria. Es importante tener en cuenta, que algunos componentes están diseñados con el fin de hacer contacto con otras superficies (como es el caso de los martillos INDECO, el balde de las excavadoras, las mandíbulas de la trituradora, etc. por tanto esta política no pretende que estos no realicen las funciones para los que fueron diseñados, sino que por el contrario pretende que se eviten los rozamientos y fricciones entre componentes que no fueron diseñados con estos fines.

v. Conservarlo actualizado

Mantener los datos actualizados permite tomar decisiones acertadas sobre las acciones a realizar para los equipos, adicionalmente permite generar estadísticas y tener información histórica valiosa sobre el funcionamiento y las reparaciones de un equipo.

Conservarlo actualizado se refiere a registrar todos los aspectos que considere necesarios en los formatos de mantenimiento de una maquinaria, no se deben omitir detalles, pero tampoco se debe desgastar explicando muchas veces lo mismo. Las actualizaciones permiten evaluar la gestión del mantenimiento, adicionalmente generan valor para la compañía porque la



información es la herramienta más útil para promover el mejoramiento continuo identificando causales y generando resultados con análisis más válidos desde todo punto de vista.

vi. Siempre informar

Informar sobre las irregularidades que presentan los equipos ayuda a identificar posibles causas a los problemas más frecuentes de mantenimiento, adelantándose a las posibles fallas y previniendo paradas repentinas que generan pérdidas de tiempo y de costos mayores que tendrá que asumir la compañía en pro de mantener la operación.

Siempre informar pretende mantener un canal de comunicación abierto que permita el flujo de información entre las partes operativas y las administrativas, las cuales unidas podrán identificar y dar soluciones a los posibles problemas que se presenten, y en el mejor de los casos, adelantarse a los mismos con la suficiente antelación generando ahorros desde todos los frentes. Por tanto informe sobre los problemas observados, por mínimos que parezcan, puede ser que las consecuencias visibles sean pequeñas pero las causas raíces estén generando daños irreparables a la maquinaria/equipos que se está operando.

15.2 POLÍTICAS DE REACCIÓN

Aunque el alcance del proyecto lo delimite al mantenimiento preventivo el mantenimiento correctivo no podrá ser eliminado al 100% en ninguno de los casos, por tal motivo se plantearon dos políticas de mantenimiento adicionales que permitirán a la compañía reaccionar en caso de una contingencia. También se debe tener en cuenta que todas las acciones de mantenimiento correctivo (de reacción) deben ser validadas por el jefe inmediato o por personal idóneo asignado por él, con el fin de que no se incurran en reparaciones ineficaces que no conduzcan y/o contribuyan a la solución del problema.

i. Reparaciones

De acuerdo al tipo de problema que se haya presentado y detectado se podrán generar reparaciones que permitan que la máquina siga funcionando durante un tiempo prudencial. Es decir, determinado por el jefe inmediato de acuerdo a las instrucciones de la jefatura de mantenimiento, se podrá reparar parcialmente una máquina pero se debe ser enfático en que estas reparaciones deben estar seguidas de reparaciones definitivas posteriores, que conserven la integridad de la máquina. Para estos casos se tendrán en cuenta aspectos como gravedad de la falla, probabilidad de falla y frecuencia de ocurrencia e incidencia e impacto en el flujo del proceso; estos aspectos deben ser evaluados por la gerencia junto con la jefatura de mantenimiento.

ii. Diagnósticos

Todas las reparaciones que se realicen deben basarse en un diagnóstico previo de la maquinaria y debe tener en cuenta el mantenimiento preventivo que se ha realizado. Por ningún motivo las máquinas deben ser intervenidas sin un diagnóstico previo y la validación del mismo. La utilización del diagnóstico permite preparar tanto las herramientas como los procedimientos que se utilizarán para solucionar el problema atacando su causa raíz y no solucionar otras



causas que a la final terminan siendo consecuencias de la causa raíz, razón por la cual, no se solucionará el problema y se incurrirá en retrabajos.

16. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PROPUESTA

Realizar el análisis financiero incluye la identificación de los recursos que se utilizarán para la implementación del plan, los beneficios que traerán la implementación y adquisición de los recursos para la empresa de modo que se traduzcan en ahorro o ingresos reales que impacten los estados financieros dado las mejoras que se implantan en cualquiera de los frentes (operaciones, calidad, talento humano, maquinaria, capacidad e instalaciones, etc.)

16.1 RECURSOS EMPLEADOS PARA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN.

Para la implementación del plan de mantenimiento para la maquinaria se debe tener en cuenta las oportunidades de mejora que se estudiaron y que obtuvieron el mayor costo beneficio. Se debe recordar que por petición de la empresa los costos aquí presentados fueron multiplicados por un factor porque la empresa la considera como información vital. Por tanto, todos los costos también fueron multiplicados por el mismo factor para que se conserven las relaciones.

i. Cotizaciones de los recursos a emplear para el mantenimiento preventivo de maquinaria.

Para calcular los costos se dividió la implementación del proyecto en varias fases, las cuales se enlistan a continuación:

- Levantamiento de información.
- Diagnóstico, registros y análisis de datos.
- Validación de datos.
- Implementación.
- Evaluación y retroalimentación.

La fase de levantamiento de información incluye todos los costos en que se incurren para realizar el levantamiento de la información sobre la maquinaria, el proceso productivo y datos adicionales que sirvan para la implementación del plan. En la tabla 43 se muestran los costos asociados de llevar a dos personas desde Bogotá hasta la cantera Salitre Blanco y realizar el levantamiento de información pertinente.

Se estima que el levantamiento de información dura entre 1 y 2 semanas. Las Tarifas totales están para 2 semanas. El costo total de realizar el levantamiento de información es de \$ 6.029.959 según todos los gastos en que incurre la empresa para el desarrollo de las actividades de levantamiento de información. Para la columna duración los valores en rojo corresponde a meses, los valores en azul corresponden a veces y los valores en negro corresponden a horas. Al final se totaliza en pesos colombianos.



Para la fase de diagnóstico, registros y análisis de datos se tendrán en cuenta los gastos en que incurren dos empleados para filtrar la información en los datos que son útiles y los datos que por diversas razones, que deberán ser explicadas, se omiten y no se tomarán en cuenta para los análisis. Luego vienen los análisis de los datos los que permitan generar conclusiones sobre la situación del mantenimiento de la cantera Salitre Blanco.

CANTIDAD	ELEMENTO	COSTO	DURACION [hr]	TOTAL	COMENTARIOS
2	Empleados que realicen el levantamiento de la información.	\$ 9.485.000	0,5	\$ 9.485.000	Salario de una analista financiero en grupo Aguilar.
2	Tiquete Bogotá - Villeta. Ida y regreso.	\$ 35.500		\$ 284.000	Tarifa flota Aguila Ltda.
2	Transporte Villeta - cantera Salitre Blanco.	\$ 60.000	10	\$ 2.400.000	Tarifa transporte en taxi desde villeta hasta la cantera.
2	Alimentación de empleados por 5 días.	\$ 50.000	10	\$ 1.000.000	Tarifa promedio almuerzo en Villeta.
2	Hospedaje de empleados por 5 días.	\$ 395.000	10	\$ 7.900.000	Tarifas hotel Mediterraneo, incluye desayuno y cena.
2	Transporte Bus Urbano en Bogota	\$ 6.000	4	\$ 96.000	Tarifa de trasporte en Bogotá DC
2	Computador Dell Vostro 1510	\$ 5.995.000		\$ 10.791.000	
	IVA de compra del PC	\$ 4.796.000			
2	Consumo energético de computador Dell Vostro 1510 [75watts]	\$ 148	120	\$ 35.594	Costo del consumo energético de un pc portatil.
1	Cámara digital	\$ 1.995.000		\$ 1.995.000	
TOTAL				\$ 33.986.594	

Tabla 44: Costos de levantamiento de información.

Adicionalmente, los datos deberán ser registrados y documentados, para poder ser presentados a las instancias correspondientes. En la tabla 45 se muestran los costos asociados a estas labores en que incurre la compañía por concepto de esta fase.

CANTIDAD	ELEMENTO	COSTO	DURACIÓN[hr]	TOTAL	COMENTARIOS
2	Empleados que realicen el diagnóstico, registro y análisis de la información	\$ 9.485.000	3	\$ 56.910.000	Salario de un analista financiero en grupo Aguilar.
3	Consumo energético de computador Dell Vostro 1510 [75watts]	\$ 148	720	\$ 320.347	Costo del consumo energético de un pc portatil.
TOTAL				\$ 57.230.347	

Tabla 45: Costos de Diagnósticos, registro y análisis de información.

En la fase de validación de la información que se estima dura aproximadamente un mes se incurren los mismos elementos que en la fase anterior, pero con el diferenciador que habrá una



persona designada para la validación de los análisis y datos tomados. Para esta fase se considera el mismo salario para los dos analistas pero la persona que valida la información deberá tener un cargo de mayor rango por tanto deberá devengar una mayor cantidad de dinero. Se estima que el sueldo será de \$ 5.501.300. De forma análoga se calculan los costos asociados al consumo de energía de los portátiles, ya que se supone que los tres trabajadores poseen portátiles, en los cuales validan la información recolectada y analizada.

CANTIDAD	ELEMENTO	COSTO	DURACIÓN[hr]	TOTAL	COMENTARIOS
3	Empleados que realicen el diagnóstico, registro y análisis de la información	\$ 9.485.000	1	\$ 46.476.500	Salario de un analista financiero en grupo Aguilar.
3	Consumo energético de computador Dell Vostro 1510 [75watts]	\$ 148	240	\$ 106.782	Costo del consumo energético de un pc portatil.
2	Empleados que realicen cambios, modificación y demás.	\$ 47.425.000	0,5	\$ 47.425.000	
TOTAL				\$ 46.583.282	

Tabla 46: Costos de fase de validación.

La fase de implementación corresponde a la exposición y difusión del plan luego que ha sido validado y aprobado en la fase anterior. Como el plan de mantenimiento aplica para todos los funcionarios de la cantera Salitre Blanco. A continuación en la tabla 48 se muestra la escala salarial de las personas a las que va a ser difundido el plan de mantenimiento planteado.

CARGO	Salario	Cantidad	Total
Gerente General	\$ 37.420.300,00		\$ 37.420.300,00
Gerente Administrativo Y Financiero	\$ 30.095.261,50		\$ 30.095.261,50
Jefe de mantenimiento	\$ 13.736.905,00		\$ 13.736.905,00
Gerente Cantera	\$ 12.168.075,00	1	\$ 12.168.075,00
Operario Cantera	\$ 4.875.764,46	8	\$ 39.006.115,69
Mecánico Cantera	\$ 4.875.764,46	5	\$ 24.378.822,31
Auxiliar Maquinaria	\$ 3.097.000,00	8	\$ 24.776.000,00
TOTAL POR MES			\$ 181.581.479,50
TOTAL POR DIA			\$ 6.052.715,98
TOTAL POR HORA			\$ 756.589,50

Tabla 47: Estructura salarial de personal informado.



La fase de implementación tiene en cuenta los elementos generadores de costos en la tabla 49.

CANTIDAD	ELEMENTO	COSTO	DURACION	TOTAL	COMENTARIOS
1	Impresión de documento	\$ 675.000	1	\$ 675.000	Costo de impresión del documento con anexos
1	Difusión del plan	\$ 756.589	72	\$ 54.474.444	Se considera un mes de difusión pero en total en el mes se realizan 72 horas dedicadas a difundir el plan.
21	Implementación	\$ 20.315,69	20	\$ 8.532.588	Se consideran 5 meses de capacitaciones cada mes 2capacitaciones de 2 horas
7	Detención por mantenimiento	\$ 111.637,55	6	\$ 4.688.777	Se considera que se realiza mantenimiento 2 veces al mes 1 hora durante 3 meses
Total				\$ 63.682.032	

Tabla 48: Costos de implementación.

En la última fase de evaluación y retroalimentación consta de personas que asisten a las reuniones que se realicen para retroalimentar el proceso y los cambios que se den en él, en este caso a los 3 meses para evaluar el impacto que ha tenido el plan.

CANTIDAD	ELEMENTO	COSTO	DURACIÓN[hr]	TOTAL	COMENTARIOS
7	Empleados que participan en reunion de retroalimentación.	\$ 756.589,50	6	\$ 31.776.759	
2	Empleados que realicen cambios, modificación y demás.	\$ 9.485.000	0,5	\$ 4.742.500	
7	Detención por mantenimiento	\$ 111.637,55	9	\$ 7.033.166	Se considera 1,5 horas de detención por día ya que se realizaron modificaciones de acuerdo a la retroalimentación.
Total				\$ 36.519.259	

Tabla 49: Costo de fase de evaluación y retroalimentación.

ii. Evaluación financiera del proyecto.

Para la evaluación de la propuesta vamos a tomar como referencia el costo total de la implementación de la propuesta y vamos a crear tres escenarios referenciales, en el primero se financia el total de la inversión, en el segundo se financia el 75% de la inversión y el tercero el 50% de la inversión que se requiere para la implementación del plan.

Para este fin tenemos que totalizar el costo de la implementación de plan en todas sus fases el cual totaliza un monto de: \$ 238.001.514 pesos colombianos. Para cada uno de los escenarios se toma como referencia una entidad bancaria con la cual se va realizar el financiamiento, se escoge Colpatria, debido a que la compañía tiene cuenta allí lo que podría facilitar los trámites para la obtención del crédito.



La TREMA (tasa TIO) corresponde a la tasa de oportunidad que espera el inversionista de acuerdo a la tasa del mercado. Para todos los escenarios planteados se tomará como base de referencia 3 periodos diferentes de financiación:

- 12 meses(1 año)
- 36 meses(3 años)
- 60 meses(5 años)

La tabla 50 muestra los datos base para analizar la propuesta desde la perspectiva de los 3 escenarios:

TOTAL DE COSTOS DE LA PROPUESTA	(\$ 238.001.514)
Tasa de interés nominal mensual (%)	2%
Tasa de interés efectivo anual (%)	30%
Tasa de interés efectivo mensual(%)	2%
Tasa Mercado	0,58%
TREMA(Tasa TIO)	0,048%

Tabla 50: Datos de evaluación financiera

a. Primer escenario

En el primer escenario se apalanca toda la deuda. La tabla 51 muestra los datos base para realizar el apalancamiento según las características del mismo.

Tiempo de financiación[meses]	12	36	60
PAGO [\$]	\$ 22.810.501,66	\$ 9.670.554,79	\$ 7.216.330,92

Tabla 51: Pago Vs Periodo de financiación escenario 1

En la tabla 52 se resumen los datos obtenidos que nos permitirán la evaluación del proyecto. La relación de siglas se realiza a continuación:

- VPN: valor presente neto
- TIR: Tasa interna de retorno
- B/C: Beneficio costo
- VFFC: Valor futuro de los flujos de caja.

Elemento/mes	12 meses	36 meses	60 meses
VPN	\$ 34.872.923,56	\$ 107.067.599,13	\$ 188.705.821,80
TIR	2,22%	2,22%	2,22%
B/C	0,0958	0,0406	0,0303
VFFC	\$ 201.224,58	\$ 617.804,04	\$ 1.088.874,88

Tabla 52: Resultados financieros de propuesta escenario 1

Para la selección de la mejor alternativa en los escenarios se tendrá en cuenta todos los criterios. En todos los casos la TIR es mayor a la TREMA, por tanto las alternativas son rentables. Debido a que en este escenario se apalanca el total de la inversión la mejor elección de acuerdo al B/C será la de menor tiempo ya que aumenta la cuota. Se considera que de



acuerdo a los niveles de gastos que maneja la cantera, siendo estos mayores que los ingresos no se pueden generar cuotas muy elevadas que aumenten estos costos, adicionalmente, se tiene en cuenta el valor del VPN mayor, razón por la cual aunque el beneficio costo es alto en endeudamiento también lo es por lo tanto la alternativa 1 queda descartada. La alternativa 3 tiene el menor B/C de las tres alternativas y de acuerdo a la situación financiera de la cantera se pretende aumentar los beneficios al máximo para que estos se equilibren y sobrepasen los costos en que se incurre, por tanto la opción seleccionada bajo este escenario es la financiación a 36 meses, que presenta un buen valor del VPN y un VFFC mayor al dinero disponible lo que hace atractiva la inversión. A continuación se muestran los gráficos de flujo de caja correspondientes a cada uno de los periodos de inversión del primer escenario.

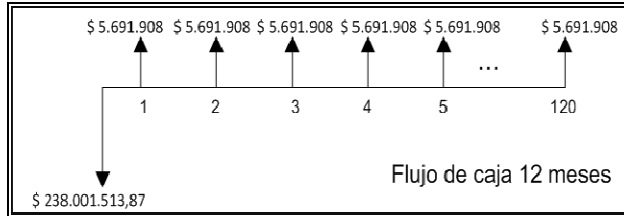


Ilustración 16: Primer escenario flujo de caja 12 meses.

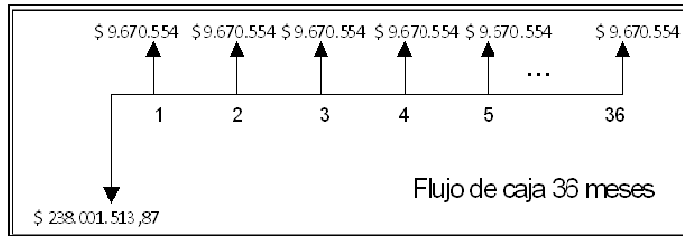


Ilustración 17: Primer escenario flujo de caja 36 meses

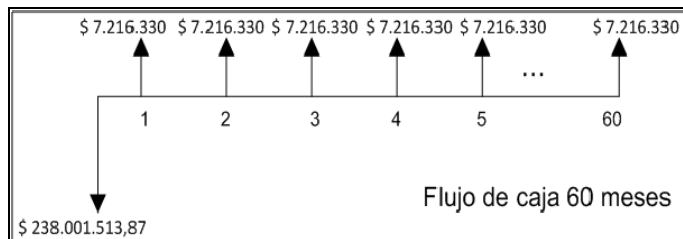


Ilustración 18: Primer escenario flujo de caja 36 meses

b. Segundo escenario



En el segundo escenario se financia el 75% de la inversión. La tabla 53 muestra los datos base para realizar el apalancamiento según las características del mismo.

Tiempo de financiación	12	36	60
PAGO	\$ 17.107.876,25	\$ 7.252.916,09	\$ 5.412.248,19
DISPONIBLE(25%)	\$ 59.500.378,47	\$ 59.500.378,47	\$ 59.500.378,47

Tabla 53: Pago Vs Periodo de financiación Escenario 2

En la tabla 54 se resumen los datos obtenidos que nos permitirán la evaluación del proyecto

Elemento/mes	12 meses	36 meses	60 meses
VPN	\$ 26.154.692,67	\$ 80.300.699,35	\$ 141.529.366,35
TIR	2%	2,22%	2,22%
B/C	0,0958	0,0406	0,0303
VFFC	\$ 150.918,44	\$ 463.353,03	\$ 816.656,16
VFN	\$ 343.330,52	\$ 343.330,52	\$ 343.330,52

Tabla 54: Resultados financieros de propuesta escenario 2

Teniendo en cuenta los mismos criterios del escenario anterior se introduce un nuevo concepto en el cual se tiene en cuenta el VFN (Valor futuro nulo), el cual es el valor futuro del dinero disponible a la tasa que ofrece el mercado.

Este valor debe ser menos que el del valor futuro del flujo de caja, que corresponde al valor futuro si tuviera el dinero disponible para realizar la inversión sin financiación. La única alternativa que no es rentable es la primera(12 meses) ya que el VFN es menor VFFC. Debido a la relación ingresos/gastos de la cantera se presume que la cuota de 1 año de financiación es muy elevada y el VPN es el menor de todos los periodos de financiación se descarta esta posibilidad. Ahora se toma como referencia de comparación para las dos alternativas restantes el B/C mayor el cual señala a la opción dos como la mejor. Ambas opciones son rentables, pero trae un mayor beneficio la segunda posibilidad (36 meses) por tanto se selecciona como la alternativa más rentable.

A continuación se muestran los gráficos de flujo de caja correspondientes a cada uno de los periodos de inversión del segundo escenario.

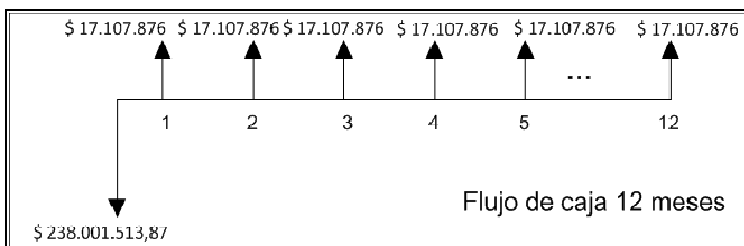


Ilustración 19: Segundo escenario flujo de caja 12 meses

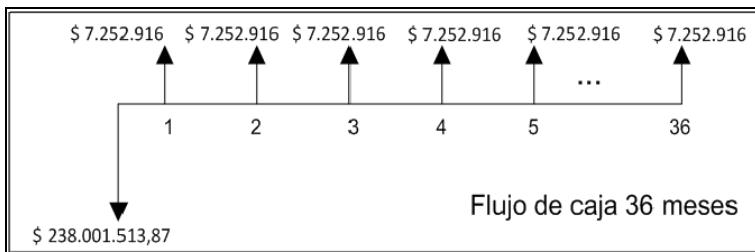


Ilustración 20: Segundo escenario flujo de caja 36 meses

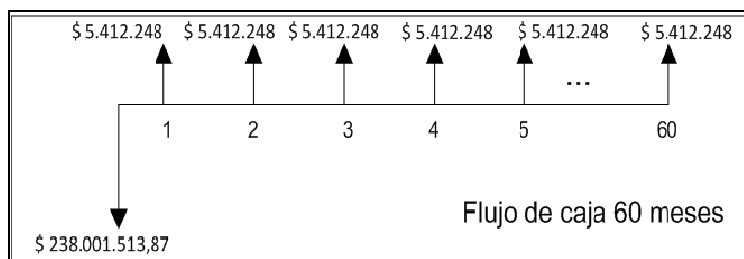


Ilustración 21: Segundo escenario flujo de caja 60 meses.

En el segundo escenario de financiamiento el 50% de la inversión. La tabla 55 muestra los datos base para realizar el apalancamiento según las características del mismo.

Tiempo de financiación	12	36	60
PAGO	\$ 11.405.250,83	\$ 4.835.277,39	\$ 3.608.165,46
DISPONIBLE(50%)	\$ 119.000.756,93	\$ 119.000.756,93	\$ 119.000.756,93

Tabla 55: Pago Vs Periodo de financiación Escenario 3

En la tabla 56 se resumen los datos obtenidos que nos permitirán la evaluación del proyecto



Elemento/mes	12 meses	36 meses	60 meses
VPN	\$ 17.436.461,78	\$ 53.533.799,56	\$ 94.352.910,90
TIR	2,22%	2,22%	2,22%
B/C	0,0958	0,0406	0,0303
VFFC	\$ 100.612,29	\$ 308.902,02	\$ 544.437,44
VFN	\$ 686.661,04	\$ 686.661,04	\$ 686.661,04

Tabla 56: Resultados financieros de propuesta escenario 3

Los mismos criterios de los escenarios anteriores aplicaran para este criterio. En primera instancia la primera alternativa queda descartada por ser la única que no es rentable al ser mayor el VFN que el VFFC. La TIR es mayor que la TREMA por tanto las demás alternativas son rentables. Basándose en el B/C la alternativa dos presenta un mejor comportamiento por tanto se prefiere con relación a la alternativa 3.

A continuación se muestran los gráficos de flujo de caja correspondientes a cada uno de los periodos de inversión del segundo escenario.

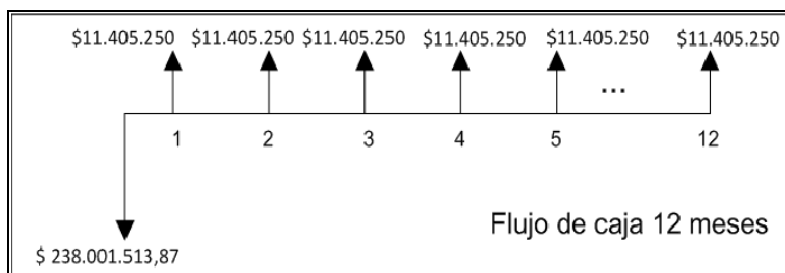


Ilustración 22: Tercer escenario flujo de caja 12 meses

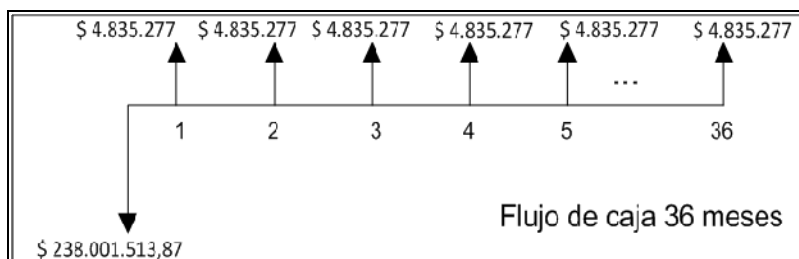


Ilustración 23: Tercer escenario flujo de caja 36 meses

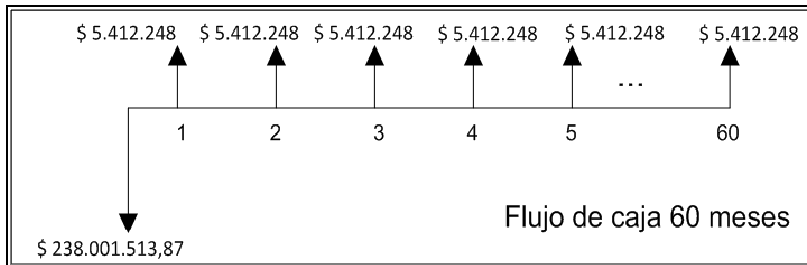


Ilustración 24: Tercer escenario flujo de caja 60 meses

En conclusión, la mejor opción es optar por la financiación a 36 meses financiando el 75% de la inversión ya que arroja el valor del VPN más alto, obteniendo buenos beneficios y siendo rentable al ser mayor el VFFC en comparación con el VFN. Esto sin importar que no siempre genere el beneficio costo más alto, pues en el caso que la compañía no quiera endeudarse en tal proporción, esta opción le genera cuotas más pequeñas.

iii. Cálculo del costo mínimo de mantenimiento (EOQ).

Teniendo en cuenta que debe encontrarse un nivel de conservación adecuado de maquinaria, producto e instalaciones adecuado para la compañía, hacemos el siguiente estudio de costos para hallar un costo mínimo de mantenimiento. Esto significa que identificaremos un rango de costos dentro de los que deberá moverse el costo total del mantenimiento y que impliquen un nivel de conservación aproximado a 1, que es en donde el costo de conservación y el costo de paro son iguales.

Para el cálculo hemos tenido en cuenta los siguientes costos de conservación o mantenimiento que ya se habían calculado:

- ✓ Mantenimiento de la maquinaria.
- ✓ Mano de obra inactiva.

Ítem de costos	Costo total por 8 meses
Producción perdida	\$ 106.377.558,87
Alquiler de equipos sometidos a paradas	\$ 158.837.080,90
Deterioro del equipo	\$ 27.762.243,13
Costo de tiempo de paro	\$ 292.976.882,89

Tabla 57: Costos de tiempo de paro

Y los costos utilizados en el cálculo del costo total por tiempos de paro son los siguientes:

- ✓ Producción perdida (costo de producción).
- ✓ Alquiler de equipos sometidos a paradas.
- ✓ Depreciación de planta y equipo.



Ítem de costos	Costo total por 8 meses
Mantenimiento de maquinaria	\$ 1.386.430.076,37
Mano de obra inactiva	\$ 33.138.945,79
Costo de conservación	\$ 1.419.569.022,16

Tabla 58: Costo total de conservación.

No queda de más aclarar que los costos utilizados para estos cálculos son basados en un estudio completo de ocho meses que incluyen análisis de los costos por esos ocho meses y la cantidad de horas en las que se dieron paradas de máquinas por actividades de conservación de la maquinaria elegida como prioritaria para nuestro estudio. Con base en la información anterior se obtiene:

$$NDC = \frac{\$ 289.176.758,22}{\$ 1.419.016.435,52} = 0.2037$$

TOTAL	
Nivel de conservación	20,64%

Tabla 59: Nivel de conservación

Se evidencia que el nivel de conservación se encuentra muy por debajo del estado ideal de este indicador. De manera que se hace necesario calcular un costo mínimo de conservación que esté más acorde con las necesidades de la organización y que no sobrepase los límites adecuado de mantenimiento, pues el valor elevado de los gastos de mantenimiento refleja una inadecuada administración de los recursos utilizados para la conservación de máquinas y equipos no sólo a nivel correctivo sino preventivo de la misma manera.

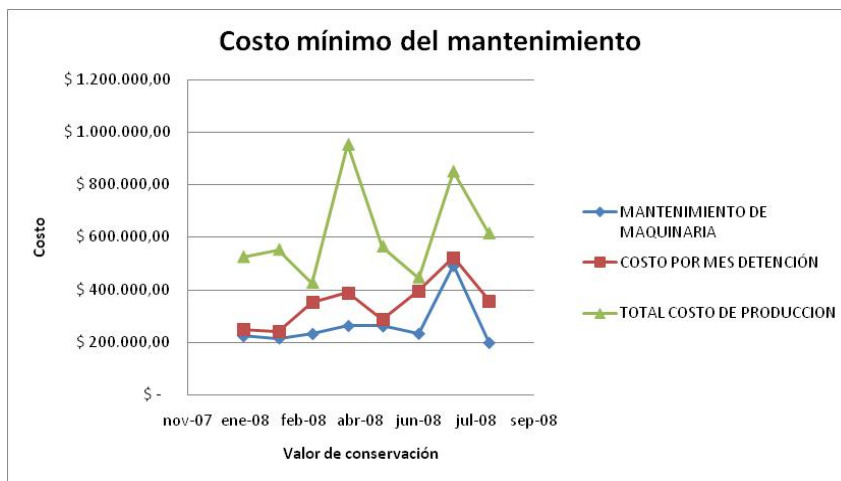


Ilustración 25: Costo Mínimo de mantenimiento



El cálculo del costo mínimo de mantenimiento se encuentra representado en la ilustración 25. Como se observa en la gráfica se difiere del comportamiento planteado en la teoría, esto se debe al comportamiento irregular que tuvieron los costos asociados a mantenimiento en cada uno de los meses, en los primeros meses los gastos totales en mantenimiento y debidos a detenciones son bajos, en el año 2008 se detectan aumento en ambos costos. Es importante aclarar que para los dos primeros meses y para julio no se tienen datos disponibles de horas que la maquinaria estuvo en el taller. En la gráfica se observa la situación que se planteó en el diagnóstico a la empresa, los costos de mantenimiento corresponden en la mayoría de los casos a mantenimiento correctivo por lo que se incurren en estos y adicionalmente se incurre en costos por detenciones, aumentando los gastos totales de la compañía.

La prueba de este comportamiento está en que la tendencia de los costos por mes detención y el mantenimiento de maquinaria se comportan de manera directamente proporcional. Por tanto se debe mejorar la proporción del mantenimiento preventivo para que las tendencias de ambos datos se comiencen a comportar inversamente proporcionales y así sea más claro en la grafica el concepto de costo mínimo de mantenimiento.



17. CONCLUSIONES

1. La documentación de los procesos productivos de la compañía permite identificar oportunidades de mejora relevantes que posiblemente no se observen en el transcurso cotidiano de las actividades laborales. Sin embargo, no es suficiente con documentar el proceso productivo de obtención de los productos terminados, en este caso extracción de materiales de construcción y su posterior transformación, sino que por el contrario de la buena documentación de los procesos de apoyo del proceso principal dependerá en gran parte la generación efectiva de valor que rentabilice la compañía.
2. El impacto del mantenimiento en la cadena de valor queda demostrado al calcular costos y tiempos de ahorro que alcanzan reducciones del 30% de los montos actuales en diferentes rubros que se muestran en los estados financieros, adicionalmente estos ahorros se traducen en beneficios intangibles como conocimiento del proceso, mejor utilización de los recursos de la compañía, aumento de la satisfacción de los clientes internos y externos al mejorar el flujo de dinero, información y materiales a través de la cadena valor, disminución de las probabilidades de accidentes laborales, menores tiempos muertos, entre otros, que al momento de mostrar resultados de gestión denotan claros avances en todos los frentes en los que se mueve la organización.
3. Todos los procesos siempre son susceptibles de identificar oportunidades de mejora que deberán ser evaluadas de forma empírica para generar un primer acercamiento con los beneficios que se recibirán al implementarlas y los costos que éstas conllevan. Se encontraron diversas oportunidades de mejora para Grupo Aguilar las cuales se esperan sean tomadas en cuenta dentro de los procesos de mejoramiento continuo para aumentar el nivel de ahorros y beneficios para el grupo.
4. Se escoge la implementación de una gestión de mantenimiento basada en las estrategias IRAN y predictiva que permite adelantarse a las fallas evitando las consecuencias que generen sobrecostos, demoras en los procesos, productos no conformes y accidentes laborales para la cantera Salitre Blanco debido a los posibles fallos. La implementación de estas estrategias brinda la posibilidad de tomar decisiones acertadas fundamentadas en información histórica de cada máquina lo que permite llegar a las causas raíces y no solucionar las consecuencias de los fallos.
5. Se opta por la implementación de mantenimiento preventivo teniendo en cuenta que las actividades de mantenimiento correctivo se reducirán pero no se eliminarán, de esta forma, se plantea el mantenimiento preventivo no como la solución absoluta a los fallos inesperados sino como una herramienta que posibilite mediante los planes de mantenimiento actuar de forma proactiva en la mayoría de los casos.
6. Actualmente la gestión del mantenimiento se encuentra a más de 2 puntos porcentuales de las mediciones ideales que se tomaron como referencia para la compañía. Los resultados actuales demuestran que existe una gran brecha entre el desempeño actual y el esperado, por esta razón, se deben buscar alternativas (oportunidades de mejora) que permitan la obtención de cifras más alentadoras sobre el rendimiento del área las cuales



posibiliten posicionar a la compañía a nivel nacional e internacional y rentabilicen el negocio. Mediante la implementación de una gestión de mantenimiento queda demostrado que los ahorros y beneficios obtenidos ayudarán a la consecución casi simultánea de ambos objetivos.

7. La relación ingresos/gastos de la cantera demuestra que el negocio no está siendo rentable por tanto la mejor opción es la de tomar endeudamiento para la implementación a mediano plazo, 36 meses, para que los gastos por implementación no representen un monto mayor a los beneficios obtenidos y el retorno de la inversión tienda a cero.
8. La cantera muestra que no es rentable, sin embargo, para grupo Aguilar se hace rentable una integración vertical que les provea de materias primas en cantidades casi ilimitadas para su transformación. Todos los ahorros que se puedan obtener en la cantera Salitre Blanco ayudarán a tornar el negocio rentable y a validar la hipótesis anterior afectando directamente el flujo de caja de las empresas del holding.
9. Sin duda alguna la implementación de una estrategia de mantenimiento preventivo para la Cantera va a contribuir en el aumento de la productividad no sólo a nivel de los procesos internos de la cantera, sino también en los procesos de Grupo Aguilar como un todo (cadena de valor de Grupo Aguilar). La producción de 1.891 m³ más de los actuales, es decir una variación de la producción de un 4.2% implica que puede cumplirse con mayor facilidad las necesidades que tiene el sector de la construcción e infraestructura en Colombia, especialmente pensando en el importante papel que puede cumplir Grupo Aguilar en el desarrollo del proyecto la Ruta al Sol.
10. Las políticas de mantenimiento constituyen un conjunto de “actitudes” que debe adoptar todo el personal de la organización para que se garantice la adecuada implementación del plan propuesto de mantenimiento preventivo. Por esto la importancia de que sea divulgado y aprehendido por toda la organización, de manera que no sólo los mecánicos y operarios que tienen que ver directamente con la manipulación de la maquinaria asuman estas responsabilidades, sino que también aquellos que no lo están tanto puedan ser parte activa del proceso.
11. El costo mínimo de mantenimiento actual de la compañía demuestra un desbalance importante entre los costos que le genera las paradas en la producción por fallas en la maquinaria y los costos que realmente se invierten en su mantenimiento y conservación. La implementación del Plan de mantenimiento preventivo 2009 Cantera Salitre Blanco – Grupo Aguilar -, propiciará la disminución de los tiempos de paro, desperdicio y deterioro a partir de sus políticas enfocadas en detectar las fallas antes de que puedan producirse; y al mismo tiempo generará un aumento en los costos de mantenimiento debido a las nuevas actividades preventivas que se empezarán a realizar. Esta situación nos muestra que la inversión en El Plan propuesto de \$ 238.001.513,87 no es una idea descabellada, pues la diferencia de la brecha entre los dos costos es de \$1.129.839.667,3. Prácticamente un 50% de esta diferencia (\$569.19.838,7) sería la cantidad que puede invertirse en mantenimiento y la cantidad que puede ahorrarse por el incremento de actividades de mantenimiento preventivo, y nuestra inversión inicial es menos de la mitad del monto posible de inversión. De esta manera, se puede estar



llegando a la tendencia ideal de estos dos tipos de costos (Inversamente proporcionales) y en un tiempo determinado lograr que el nivel de conservación se acerque a uno.

12. La identificación de las máquinas prioritarias en el proceso, permite recomendar cambios e implementar nuevas actividades que van a impactar de manera significativa y positiva la situación actual de la Cantera Salitre Blanco. Los pocos vitales, que en este caso son La trituradoras (Hartl, estacionaria, línea de conos), retroexcavadora Caterpillar, Voquetas Dumper (3217 y 3218) y la planta eléctrica, generan alrededor del 80% de la paradas en el proceso por fallas y demás actividades de manteniendo correctivo, y aunque son un porcentaje pequeño del total de máquinas de la cantera podrán ser mejoradas en la misma proporción de falla 80%.



18.RECOMENDACIONES

1. La implementación de un plan propuesto de mantenimiento preventivo, igual que la generación de otros cambios en otras áreas de la organización, implica un cambio de paradigmas y un giro considerable en la cultura organizacional. No está de más recordar a la Gerencia y las jefaturas dependientes que debe generarse el ambiente y las condiciones adecuadas para El Cambio a nivel de los empleados de toda la organización.
2. El estudio inicial para la creación de un plan propuesto de mantenimiento para la Cantera, incluye la maquinaria que identificamos como la prioritaria en el proceso a partir del índice ICGM, la jerarquización y los costos relacionados con las actividades de mantenimiento. Sin embargo, no se excluye que pueda hacerse extensivo este plan para el resto de la máquinas que participan en el desarrollo de las operaciones de extracción y tributación en la Cantera.
3. Tener en cuenta las oportunidades de mejora planteadas y analizadas para implementarlas como parte fundamental de un Plan de gestión de mantenimiento total. No sólo buscar la implementación de las que identificamos como generadoras de mayores beneficios (mecanismo de transporte a la línea de conos, banda alimentadora Grizzly y manuales consolidado de maquinaria), sino también buscar la manera de invertir recursos en aquellas que al igual generarán beneficios importantes para la compañía.
4. Conservar los documentos relacionados con el levantamiento de procesos, como los diagramas de procesos que se incluyen en este trabajo, que muestran el comportamiento de cada una de las operaciones y que se utilizan para conocer el tiempo estándar de todo el proceso. No se trata sólo de conservarlos archivados, sino de reconocer la importancia de tener esta información a la mano y conocida por toda la organización para generar estrategias que lleven al Mejoramiento Continuo de los procesos. Esto repercute positivamente en la calidad del producto y servicio que se desea prestar a los clientes. Además, es importante hacer las actualizaciones necesarias a estos diagramas y demás información relacionada debido a que la Cantera se encuentra precisamente enfrentando cambios drásticos en sus procesos y se viene la implementación de nuevas máquinas y herramientas que, seguramente, mostrarán cambios de peso en las operaciones.
5. Prestar especial atención a los cuellos de botella identificados, las alimentaciones de las trituraciones, los cuales generan un aumento en los costos por tener mayor número de operarios del realmente necesario, disminución de la eficiencia y productividad del proceso, aumenta los riesgos de accidentalidad y deteriora el estado de las maquinarias involucradas. El rediseño, construcción y montaje de un sistema de alimentación apropiado, sumado a la gestión de mantenimiento de la maquinaria disminuirá las probabilidades de aparición de las causas mencionadas mejorando desde varias perspectivas el proceso productivo.



19. GLOSARIO DE TÉRMINOS

AGENTES TENSOACTIVOS, agente que en contacto con el agua modifica su tensión superficial como los detergentes.

AHULLAMIENTO, El ahuellamiento es un tipo de defecto o falla que se produce en pavimentos asfálticos, que consiste en una depresión canalizada en la huella de circulación de los vehículos. Se produce en pavimentos asfálticos sometidos a una combinación de elevados niveles de tránsito, tráfico pesado y/o lento, y altas temperaturas de servicio.

AMEF, El Análisis de modos y efectos de fallas potenciales, AMEF, es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas.

ASFALTOS MODIFICADOS, con polímeros, nacen de la intención de disminuir la energía requerida para la producción, almacenamiento y aplicación de cementos asfálticos en carreteras. Los asfaltos modificados con polímeros pueden utilizar polímeros que puedan formar redes tridimensionales por medio de vulcanización, formación de cristales o enredos de las cadenas poliméricas.

BALASTO PARA VÍAS DE FERROCARRIL, Capa de grava o de piedra machacada, que se tiende sobre la explanación de los ferrocarriles para asentar y sujetar sobre ella las traviesas.

CADENA DE VALOR, Es una presentación teórica que describe cómo se desarrollan todas las actividades de una compañía, está compuesta por varios eslabones el primero son las materias primas provenientes de los proveedores que ingresan al sistema productivo/económico, sufren una transformación a mano de los procesos productivos y administrativos, se distribuyen y salen a los clientes como producto o servicio terminado.

CALIDAD DE SERVICIO, Generar que los productos o servicios ofrecidos sean percibidos como de desempeño superior ante los ojos del cliente, de forma que la interfaz entre cliente – vendedor se perciba como una experiencia de servicio positiva.

CICLO PRODUCTIVO, Representación teórica de las actividades que ocurren en el proceso productivo de una compañía las cuales se apoyan en las actividades administrativas para generar un producto o servicio final.

CLÍNKER, El vocablo "clinker" da nombre al producto intermedio en la fabricación del cemento, principal componente de este último. Se trata del producto obtenido por calcinación a 1.500°C



de una mezcla de caliza y arcilla. Este producto producía al deslizarse por los hornos rotatorios un ruido "clink, clink,..." del que toma el nombre onomatopéyico de "clinker".

COMPLIANCE COAL, Carbón de bajo contenido sulfúrico.

COQUE, Carbón poroso, residuo de la calcinación de la hulla.

ELEMENTO HUMANO, se refiere a los trabajadores que intervienen en algún proceso productivo.

EMULSIONES, Una emulsión es una mezcla de dos líquidos inmiscibles de manera más o menos homogénea..

ENERGÍA ELÉCTRICA, Se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos —cuando se les pone en contacto por medio de un conductor eléctrico—para obtener trabajo. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía luminosa o luz, la energía mecánica y la energía térmica.

ENERGÍA TÉRMICA, Se denomina energía térmica a la energía liberada en forma de calor. Puede ser obtenida de la naturaleza, a partir de la energía química, mediante una reacción exotérmica, como la combustión de algún combustible; por una reacción nuclear de fisión o de fusión; mediante energía eléctrica por efecto Joule o por efecto termoeléctrico; o por rozamiento, como residuo de otros procesos mecánicos o químicos. Asimismo, es posible aprovechar energía de la naturaleza que se encuentra en forma de energía térmica, como la energía geotérmica o la energía solar térmica.

FALLA, Problema en las maquinarias que generan paros e improductividad en la maquinaria poniendo el equipo o maquinaria fuera de servicio o con servicio limitado.

GRAVILLA, Producto de la trituración de una roca cuyos elementos tienen un grosor máximo de 25 mm.

HORÓMETROS, Instrumento para medir cantidades de tiempo de funcionamiento de una maquinaria.

INSPECCIÓN, Examinar o reconocer atentamente los aspectos relevantes de una maquinaria o equipo .

LEAD TIME: Tiempo que transcurre desde la generación de la orden de compra hasta que el pedido llega a manos del cliente.



LUBRICACIÓN, Aplicación de sustancia que, puesta entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma así mismo una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO, Tipo de mantenimiento que las actividades del mismo se efectúan cuando las fallas han ocurrido; su proximidad es evidente.

MANTENIMIENTO DETECTIVO, o búsqueda de fallos, solamente se aplica para fallos ocultos o no-evidentes. Los fallos ocultos a su vez sólo afectan a dispositivos de protección.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO, Tipo de mantenimiento que las actividades del mismo prevén las fallas con base en observaciones que indican tendencias.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO, Tipo de mantenimiento que las actividades del mismo se efectúan para prever las fallas con base en parámetros de diseño y condiciones de trabajo supuestas.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL, surgió en **Japón** gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un **sistema** destinado a lograr la eliminación de *las seis grandes pérdidas de los equipos*, a los efectos de **poder** hacer factible la **producción "Just in Time"**, la cual tiene como **objetivos** primordiales la eliminación sistemática de desperdicios.

MAQUINARIA AMARILLA, hace referencia a todos los equipos pesados que se utilizan en proceso de extracción minera.

MECÁNISMO, Se llama mecanismo a un conjunto de elementos rígidos, móviles unos respecto de otros, unidos entre sí mediante diferentes tipos de uniones, llamadas pares cinemáticos (pernos, uniones de contacto, pasadores, etc.), cuyo propósito es la transmisión de movimientos y fuerzas. Son, por tanto, las abstracciones teóricas del funcionamiento de las máquinas, y de su estudio se ocupa la Teoría de mecanismos.

MEZCLA ASFÁLTICA, Una mezcla asfáltica en general es una combinación de asfalto y agregados minerales pétreos en proporciones exactas. Las proporciones relativas de estos minerales determinan las propiedades físicas de la mezcla y, eventualmente, el desempeño de la misma como mezcla terminada para un determinado uso.

NIVEL DE CONSERVACIÓN, relación entre el costo del paro y el costo de mantenimiento, sugiere el nivel adecuado que deben aportar los costos por detenciones por averías o fallas en la maquinaria con relación a los costos totales de mantenimiento.

PIEDRA CALIZA, La caliza es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO_3), generalmente calcita. También puede contener pequeñas



cantidades de minerales como arcilla, hematita, siderita, cuarzo, etc., que modifican (a veces sensiblemente) el color y el grado de coherencia de la roca.

ROCA TAMAÑO RAJÓN, Rajón de piedra producto de roca sana, limpia, no meteorizada, de tamaño promedio de 20 cm. y variación de más o menos 5 cm.



20. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, Camila., LEÓN Nicolás., MELÉNDEZ, Marcela., El Sector De Materiales De Construcción En Bogotá-Cundinamarca. En: Fedesarrollo <www.fedesarrollo.org.co > Marzo de 2006.
- ANAYA TEJERO, Julio Juan. Logística Integral La Gestión Operativa De La Empresa. ESIC Editorial. Madrid. 2007
- BALLOU, Ronald H., MENDOZA BARRAZA Carlos, Mendoza HERRERO DÍAZ, María Jesús Martínez del Campo Varela, MARTINEZ DEL CAMPO, Varela Guillermo, FERNÁNDEZ GAMERO, Ángel. Logística: Administración De La Cadena De Suministro. Editorial Pearson Educación, México. 2004.
- BRUMBACH, Michael CLADE, A. Jeffrey Industrial Maintenance. Editorial, Thomson/Delmar Learning, New York. 2003
- CÁCERES, María Beatriz Ing. ¿Cómo Incrementar la Competitividad del Negocio mediante Estrategias para Gerenciar el Mantenimiento? Soluciones Integrales Corporativas ICS GROUP S.A. Directora Planificación y Negocios.
- CHASE, Richard B.; JACOBS, F. Robert; AQUILANO, Nicholas J. Administración De La Producción Y Operaciones Para Una Ventaja Competitiva. Editorial McGraw Hill Interamericana. México DF. 2005.
- CHIANG, Pu-Hai., CHENG, Feng-Tsueng. Feng, Ching-Ju. - Maintenance Data Collection Record And Its Application To The Logistics Support Management System. Journal Paper. International Journal of Electronic Business Management, vol.1, no.2-3, 2003, pp. 139-45. Publisher: Electronic Business Manage. Soc, Taiwan.
- CHOY, K.L., CHOW Harry K.H. and LEE W.B. Development Of Performance Measurement System In Managing Supplier Relationship For Maintenance Logistics Providers. DEPARTMENT OF INDUSTRIAL AND MANUFACTURING SYSTEMS ENGINEERING. The University of Hong Kong. Hong Kong. En: Emerald Group Publishing Limited <www.emeraldinsight.com.> No.3. Vol. 14, 2007.
- Documentos de la compañía: informes semanales de administración de la Cantera Salitre Blanco, presentación en Excel sobre resultados de la Aguilar Construcciones S.A., documentos de ventas por clientes y rentabilidad de productos.
- DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La Administración En El Mantenimiento. Compañía Editorial Continental, S.A, México DF. 1978.



- DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La Administración En El Mantenimiento Como Planear, Organizar, Dirigir Y Controlar El Mantenimiento Del equipo Industrial. Compañía Editorial Continental, S.A, México DF. 1978.
- DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La Productividad En El Mantenimiento Industrial. Compañía Editorial Continental, S.A, México DF. Segunda Impresión 2000.
- EL-HARAM, Mohamed A., HORNER, Malcolm W. Factors Affecting Housing Maintenance Cost. CONSTRUCTION MANAGEMENT RESEARCH UNIT OF CIVIL ENGINEERING. University of Dundee, UK. En: Emerald Group Publishing Limited <www.emeraldinsight.com.> No.2. Vol. 8. 2002.
- En internet, Ingeominas - Instituto Colombiano de Geología y Minería <http://ingeminas.gov.co/content/blogcategory/101/260/lang.es>.
- En Internet, "Afectan Directamente A 826 Mil Bogotanos Hay 156 Canteras Ilegales", en El Tiempo.com, Bogotá: 25 de septiembre de 2008. Sección: Bogotá.
- En Internet, "Arranca 'Carrera' Por Ruta Del Sol", en El Tiempo.com, Bogotá: 27 de agosto de 2007. Sección: Economía.
- En Internet, "Definen Tramo De 'Ruta Del Sol'", en El Tiempo.com, Bogotá: 21 de agosto de 2008. Sección: Información general.
- En Internet, Administración De La Cadena De Abastecimiento, Canales de distribución y administración logística. Carlos López. Octubre de 2001. <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/26/aca.htm#mas-autor>.
- En Internet, ARISTIZABAL, María Nubia. Pedro Ramírez. Mauricio Sánchez. Guía Para La Elaboración Del Plan De Mantenimiento Y Mejoramiento. Universidad de Antioquia, Vicerrectoría de Docencia. http://huitoto.udea.edu.co/vicedoce/calidad/Guia_plan_de_mejoras.doc
- En Internet, BECERRA, Fabiana. Gestión del Mantenimiento. <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/GestionBecerra.pdf>. Pág. 1-3.
- En internet, CAR-Autoridad ambiental con alternativas de desarrollo http://www.car.gov.co/publicaciones.aspx?cat_id=108.
- En Internet, Claudio Umaschi, Director Regional de Datastream, El Mantenimiento como pieza llave en la Logística. <http://www.webpicking.com/notas/datastream.htm>



- En Internet, CONPES Aprueba Construcción De 11 Proyectos De Doble Calzadas. <http://www.presidencia.gov.co/sne/2006/marzo/06/12062006.htm>
- En internet, CORTOLIMA - Corporación autónoma regional del Tolima http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/nuevas_guias/canteras.pdf. Febrero de 2009.
- En Internet, ESPINOSA, Fernando F. Acires Dias. Nelson Back. Un Procedimiento de Evaluación de las Condiciones Necesarias para Innovar la Gestión del Mantenimiento en una Empresa. En: Información Tecnológica Vol. 19(1), 2008. Pág. 97-104. <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v19n1/art12.pdf>.
- En Internet, La Ruta Del Sol, Doble Calzada Bogotá Caribe, Resuelve El Problema De Los Túneles Con Viaducto <http://www.mintransporte.gov.co/prensa/online/noticia.asp?titulo=LA+RUTA+DEL+SOL%2C+DOBLE+CLAZADA+BOGOT%C1+CARIBE%2C+RESUELVE+EL+PROBLEMA+DE+LOS+T%DANELES+CON+VIADUCTO>
- En internet, Mantenimiento Mundial. Com. En, <http://www.mantenimientomundial.com/>
- En Internet, Mantenimiento Mundial. WWW. [Mantenimientomundial.com](http://www.mantenimientomundial.com)
- En Internet, SIMCO- Sistema de Información minera colombiano. En <http://www.simco.gov.co/Default.aspx?tabid=54>.
- En internet, Total Productive Maintenance, The Maintenance Side of Lean. En, http://www.strategosinc.com/total_productive_maintenance.htm. Mayo de 2009
- Encuesta anual de compañías mineras, Fraser Institute, En: IMC- Información Minera de Colombia. febrero de 2008, Canadá.
- ENTREVISTA CON ANDRÉS MEJÍA, GERENTE DE FINANZAS, OPERACIONES Y CONTROL DE AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A., REALIZADA EL 19 DE AGOSTO DE 2008.
- ENTREVISTA CON LUÍS EDUARDO ORTIZ, JEFE DE MANTENIMIENTO DE AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A., REALIZADA EL 1 DE OCTUBRE DE 2008.
- ENTREVISTAS CON LUÍS EDUARDO ORTIZ, JEFE DE MANTENIMIENTO DE AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A., REALIZADAS FEBRERO 13 DE 2009, MARZO 20 DE 2009, ABRIL 24 DE 2009.
- GROOVER, Mikell P, Fundamentos De Manufactura Moderna, Materiales, Procesos Y Sistemas. Pearson Educación. México DF, 1997.



- GUTIERREZ ZAPATA, Ricardo. “Ruta del Sol empieza a ver la luz”, en *Elespectador.com*, Bogotá: 20 de agosto de 2008. Sección: negocios.
- HUISKONEN J, Maintenance Spare Parts Logistics: Special Characteristics And Strategic Choices. Elsevier. Journal Paper. *International Journal of Production Economics*, vol.71, no.1-3, 6 May 2001, pp. 125-33. Netherlands.
- KAPLAN Robert S., NORTON, David P. *El Cuadro De Mando Integral, The Balanced Scorecard*. Editorial Harvard Business School Press. Traducción *Gestion2000*, Barcelona 1996.
- KLIMASAUSKAS, Rubén Eduardo. *Mantenimiento en minería. Primera Y Segunda Parte*. En www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/mineria.pd. Febrero de 2009.
- MEJÍA CASTRO, Luis Ernesto. *Código de Minas, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, Ley 685 del 15 de agosto de 2001*
- MORROW, L.C. *Manual De Mantenimiento Industrial*, Compañía Editorial Continental, S.A. México DF. Tercera Impresión 1974.
- MOURBAY, John. *Reliability Centered Maintenance*, Butterworth Heinemann Ltd. Oxford, England, 1991.
- MUÑOZ RAMIREZ, Martha Lucía. DEVIA GUTIERREZ, Sandra. *Perspectivas Económicas 2007-2008*. BRC Investor Services, Sociedad calificadoradora de valores. Diciembre de 2007
- NAVARRETE MARIÑO, Hernando. *Gerencia De Procesos*. Editorial Alfaomega Colombiana S.A. Bogotá DC. 2003
- NEWBROUGH, E.T. *Effective Maintenance Management*. Editorial McGraw Hill. New York. 1967
- NEWSOME, Kyle P. *CMMS Benchmarking*. Datastream Systems Inc - The world Leader In Maintenance Solutions. Estados Unidos, Enero de 2005
- NILSSON, Fredrik. *Logistics management in practice – towards theories of complex logistics*. DEPARTMENT OF DESIGN SCIENCES. Lund University. Lund, Sweden. En: Emerald Group Publishing Limited <www.emeraldinsight.com> No. 1. Vol. 17. 2006
- OIT – Oficina Internacional de Trabajo Ginebra. KANAWATY, George. *Introducción Al Estudio Del Trabajo*. Limusa Noriega Editores. Cuarta Edición (Revisada) México Df, 2006.



- PLAN NACIONAL DE DESARROLLO MINERO, MARTÍNEZ TORRES, Hernán, Ministro de minas y energía. Bogotá DC, agosto de 2007
- PLAN NACIONAL DE DESARROLLO MINERO. FLÓREZ PIEDRAHITA, Carlos Arturo. Director General. Bogotá DC.
- POTTS J. Integrated Logistics, Maintenance, And Operational Support. Journal Paper. IEEE AUTOTESTCON Proceedings. Systems Readiness Technology Conference. `The New Millennium Challenge - Transforming Test' (Cat. No.02CH37350). IEEE. 2002, pp. 727-35. Piscataway, NJ, USA.
- RUTNER, Stephen M., LANGLEY, C John Jr. Logistics Value: Definition, Process and Measurement. En: The International Journal Of Logistics Management. No.2. Vol. 11. 2000
- SCHEY, John A, Procesos De Manufactura. Mcgraw Hill. Tercera Edición; México DF, 2002
- SERNA GOMEZ, Humberto. Gerencia Estratégica, Planeación Y Gestión – Teoría Y Metodología. Editorial Legis. Bogotá 1994.
sites/mmnew/bib/notas/MaitenancePractices.pdf. Marzo de 2008.
- TAVARES, Lourival Augusto. “Administración moderna del mantenimiento”. Novo Polo Publicacoes, 1999, Río de Janeiro, Brasil.
- TIZIO, Raúl. Filosofía del Mantenimiento Preventivo. Sociedad Argentina de Organización Industrial; Buenos Aires 1970.
- TSANG, Albert H.C. Strategic Dimensions Of Maintenance Management. DEPARTMENT OF INDUSTRIAL AND SYSTEMS ENGINEERING. The Hong Kong Polytechnic University, Kowloon, Hong Kong. En: Emerald Group Publishing Limited <www.emeraldinsight.com.> No.1. Vol. 8. 2002.
- TSANG, Albert H.C. Strategic dimensions of maintenance management. The Hong Kong Polytechnic University. Hong Kong. En Emerald Group Publishing Limited www.emeraldinsight.com. N° 1. Vol. 8, 2002.
- VOLLMANN, Thomas E. Planeación Y Control De La Producción Administración De La Cadena De Suministros. McGraw-Hill Interamericana, México DF; Bogotá DC. 2005.



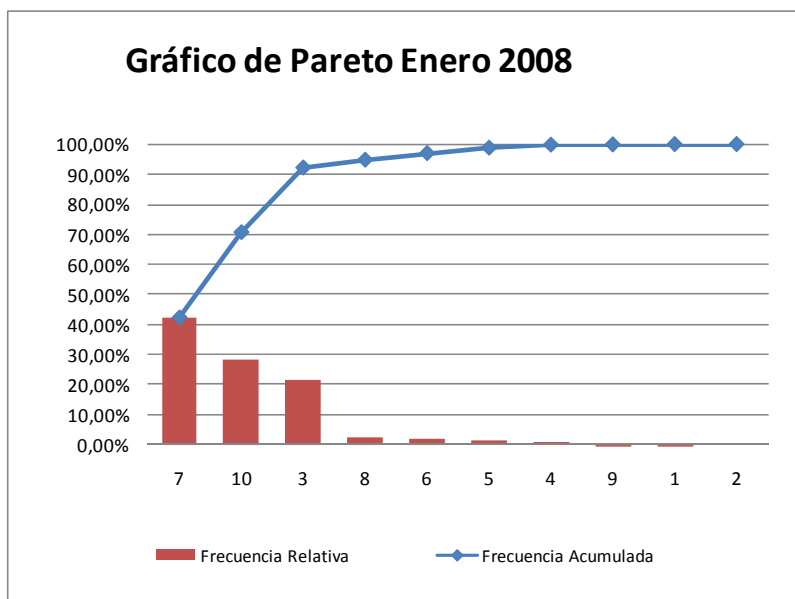
Anexo 1: ANÁLISIS DE COSTOS DE LA CANTERA.

		jun-08	jul-08	ago-08	@ 2008
Ingresos					
1	TRANSFERENCIAS AC	\$ 99.071.330	\$ 599.482.650	\$ 490.954.200	\$ 3.556.268.500
2	DESPACHOS A CLIENTES	\$ 26.918.892	\$ 277.814.700	\$ 249.172.750	\$ 1.768.505.300
3	Otros				
	Total	\$ 125.990.222	\$ 877.297.350	\$ 740.126.950	\$ 5.324.773.800
Costo de Produccion (CV)					
1	COMISION POR PRODUCCION AL	\$ -	\$ 2.400.000	\$ -	\$ 6.421.250
2	BONIFICACIÓN POR PRODUCCIÓN	\$ 2.773.445	\$ 772.250	\$ -	\$ 41.096.120
3	ACPM	\$ 14.080.284	\$ 213.189.650	\$ 274.466.080	\$ 1.331.115.870
4	GASOLINA	\$ 1.259.780	\$ 4.326.000	\$ 615.050	\$ 28.891.425
5	LUBRICANTES	\$ 9.731.791	\$ 22.778.480	\$ 45.779.490	\$ 170.197.475
6	ALQUILER DE MÁQUINAS Y VEHÍCULOS	\$ 9.039.380	\$ 75.836.110	\$ 64.481.160	\$ 245.369.170
7	MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA	\$ 46.149.531	\$ 491.125.290	\$ 195.780.625	\$ 2.101.736.575
8	SUMINISTROS DE LA CANTERA	\$ 5.263.640	\$ 31.085.430	\$ 33.298.630	\$ 189.858.625
9	HERRAMIENTAS DE LA CANTERA	\$ 992.620	\$ 8.961.000	\$ -	\$ 46.439.865
10	IMPORTACION DE MARTILLOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 768.787.750

		jun-08	jul-08	ago-08	@ 2008
Ingresos					
1	TRANSFERENCIAS AC	\$ 99.071.330	\$ 599.482.650	\$ 490.954.200	\$ 3.556.268.500
2	DESPACHOS A CLIENTES	\$ 26.918.892	\$ 277.814.700	\$ 249.172.750	\$ 1.768.505.300
3	Otros				
	Total	\$ 125.990.222	\$ 877.297.350	\$ 740.126.950	\$ 5.324.773.800
Costo de Produccion (CV)					
1	COMISION POR PRODUCCION AL	\$ -	\$ 2.400.000	\$ -	\$ 6.421.250
2	BONIFICACIÓN POR PRODUCCIÓN	\$ 2.773.445	\$ 772.250	\$ -	\$ 41.096.120
3	ACPM	\$ 14.080.284	\$ 213.189.650	\$ 274.466.080	\$ 1.331.115.870
4	GASOLINA	\$ 1.259.780	\$ 4.326.000	\$ 615.050	\$ 28.891.425
5	LUBRICANTES	\$ 9.731.791	\$ 22.778.480	\$ 45.779.490	\$ 170.197.475
6	ALQUILER DE MÁQUINAS Y VEHÍCULOS	\$ 9.039.380	\$ 75.836.110	\$ 64.481.160	\$ 245.369.170
7	MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA	\$ 46.149.531	\$ 491.125.290	\$ 195.780.625	\$ 2.101.736.575
8	SUMINISTROS DE LA CANTERA	\$ 5.263.640	\$ 31.085.430	\$ 33.298.630	\$ 189.858.625
9	HERRAMIENTAS DE LA CANTERA	\$ 992.620	\$ 8.961.000	\$ -	\$ 46.439.865
10	IMPORTACION DE MARTILLOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 768.787.750

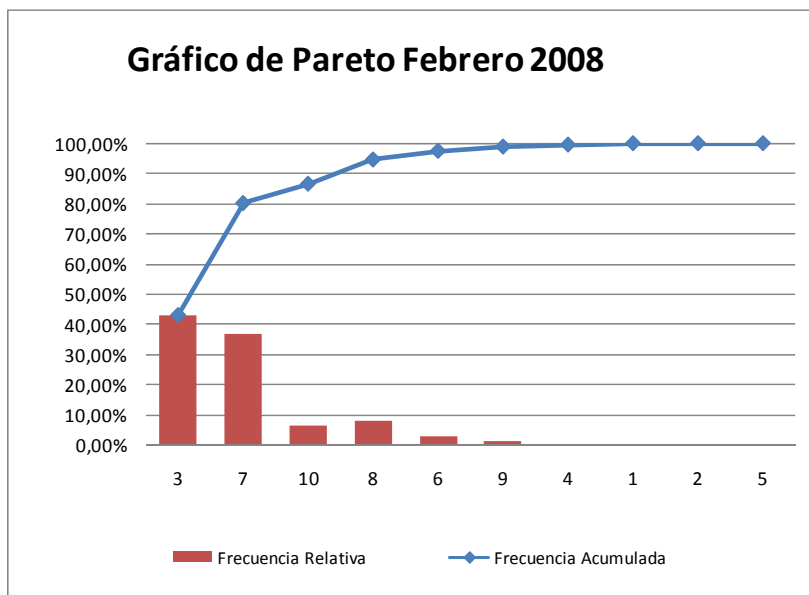


CAUSAL	VALOR CAUSALES	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	PESO DE LAS CAUSALES	PESO ACUMULADO DE CAUSALES	PUNTO DE CORTE
7	\$ 221.289.500	42,21%	42,21%	0,1	10%	52%
10	\$ 149.098.730	28,44%	70,64%	0,1	20%	91%
3	\$ 113.032.000	21,56%	92,20%	0,1	30%	122%
8	\$ 13.604.520	2,59%	94,80%	0,1	40%	135%
6	\$ 11.600.000	2,21%	97,01%	0,1	50%	147%
5	\$ 9.414.430	1,80%	98,81%	0,1	60%	159%
4	\$ 5.203.500	0,99%	99,80%	0,1	70%	170%
9	\$ 536.205	0,10%	99,90%	0,1	80%	180%
1	\$ 521.250	0,10%	100,00%	0,1	90%	190%
2	\$ -	0,00%	100,00%	0,1	100%	200%
TOTAL	\$ 524.300.135					



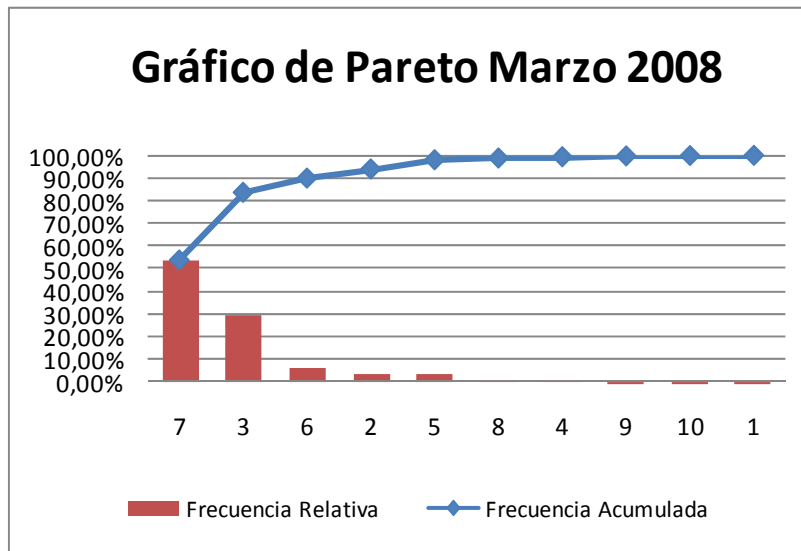


CAUSAL	VALOR CAUSALES	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	PESO DE LAS CAUSALES	PESO ACUMULADO DE CAUSALES	PUNTO DE CORTE
3	\$ 247.890.350	43,13%	43,13%	0,1	10%	53%
7	\$ 212.996.025	37,06%	80,19%	0,1	20%	100%
10	\$ 36.672.265	6,38%	86,57%	0,1	30%	117%
8	\$ 46.192.355	8,04%	94,61%	0,1	40%	135%
6	\$ 16.450.000	2,86%	97,47%	0,1	50%	147%
9	\$ 8.171.230	1,42%	98,89%	0,1	60%	159%
4	\$ 3.751.950	0,65%	99,54%	0,1	70%	170%
1	\$ 2.625.000	0,46%	100,00%	0,1	80%	180%
2	\$ -	0,00%	100,00%	0,1	90%	190%
5	\$ -	0,00%	100,00%	0,1	100%	200%
TOTAL	\$ 574.749.175	1				



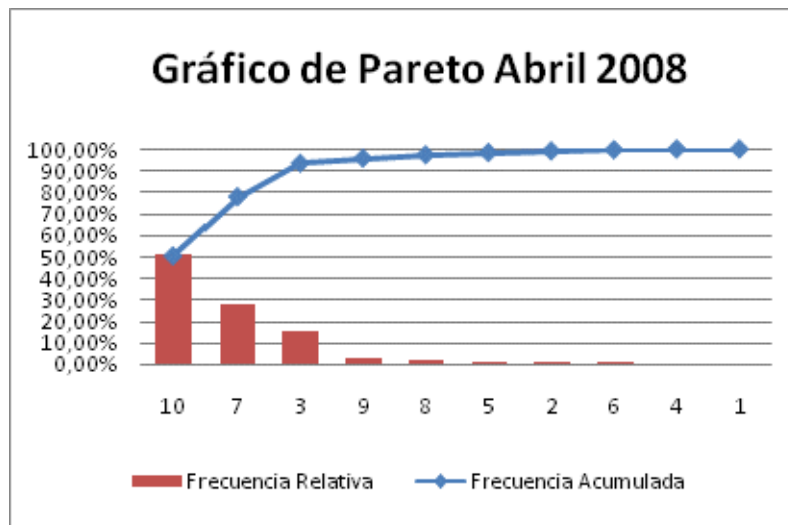


CAUSAL	VALOR CAUSALES	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	PESO DE LAS CAUSALES	PESO ACUMULADO DE CAUSALES	PUNTO DE CORTE
7	\$ 230.018.475	54,05%	54,05%	0,1	10%	64%
3	\$ 126.431.000	29,71%	83,75%	0,1	20%	104%
6	\$ 26.555.000	6,24%	89,99%	0,1	30%	120%
2	\$ 17.185.000	4,04%	94,03%	0,1	40%	134%
5	\$ 17.144.150	4,03%	98,06%	0,1	50%	148%
8	\$ 3.264.745	0,77%	98,83%	0,1	60%	159%
4	\$ 2.367.250	0,56%	99,38%	0,1	70%	169%
9	\$ 1.498.025	0,35%	99,73%	0,1	80%	180%
10	\$ 695.510	0,16%	99,90%	0,1	90%	190%
1	\$ 437.500	0,10%	100,00%	0,1	100%	200%
TOTAL	425596655	1				



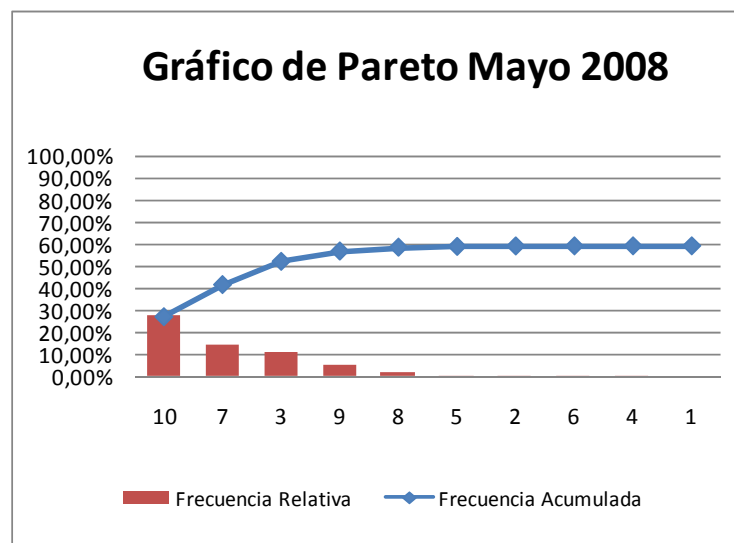


CAUSAL	VALOR CAUSALES	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	PESO DE LAS CAUSALES	PESO ACUMULADO DE CAUSALES	PUNTO DE CORTE
10	\$ 482.200.055	50,62%	50,62%	0,1	10%	61%
7	\$ 260.602.330	27,36%	77,97%	0,1	20%	98%
3	\$ 147.375.000	15,47%	93,44%	0,1	30%	123%
9	\$ 22.095.305	2,32%	95,76%	0,1	40%	136%
8	\$ 14.809.280	1,55%	97,32%	0,1	50%	147%
5	\$ 9.891.275	1,04%	98,36%	0,1	60%	158%
2	\$ 7.226.395	0,76%	99,11%	0,1	70%	169%
6	\$ 5.000.000	0,52%	99,64%	0,1	80%	180%
4	\$ 2.995.575	0,31%	99,95%	0,1	90%	190%
1	\$ 437.500	0,05%	100,00%	0,1	100%	200%
TOTAL	\$ 952.632.715					



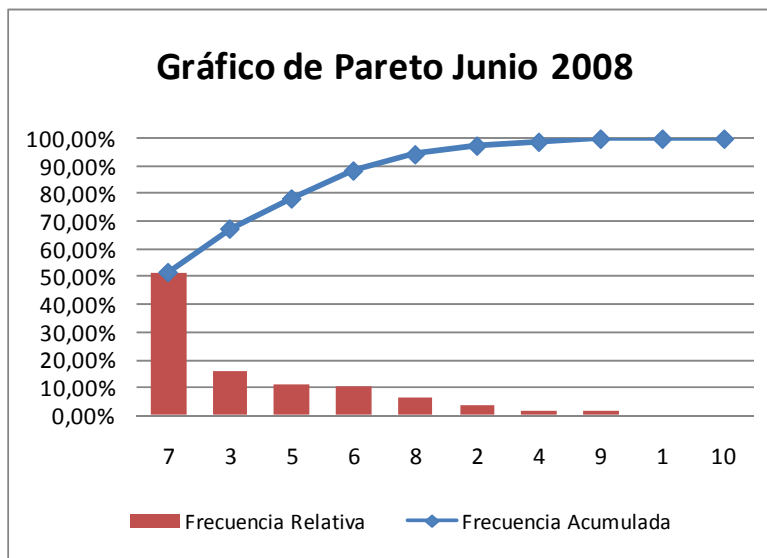


CAUSAL	VALOR CAUSALES	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	PESO DE LAS CAUSALES	PESO ACUMULADO DE CAUSALES	PUNTO DE CORTE
7	\$ 491.125.290	57,75%	57,75%	0,1	10%	68%
3	\$ 213.189.650	25,07%	82,81%	0,1	20%	103%
6	\$ 75.836.110	8,92%	91,73%	0,1	30%	122%
8	\$ 31.085.430	3,66%	95,39%	0,1	40%	135%
5	\$ 22.778.480	2,68%	98,06%	0,1	50%	148%
9	\$ 8.961.000	1,05%	99,12%	0,1	60%	159%
4	\$ 4.326.000	0,51%	99,63%	0,1	70%	170%
1	\$ 2.400.000	0,28%	99,91%	0,1	80%	180%
2	\$ 772.250	0,09%	100,00%	0,1	90%	190%
10	\$ -	0,00%	100,00%	0,1	100%	200%
TOTAL	\$ 850.474.210					



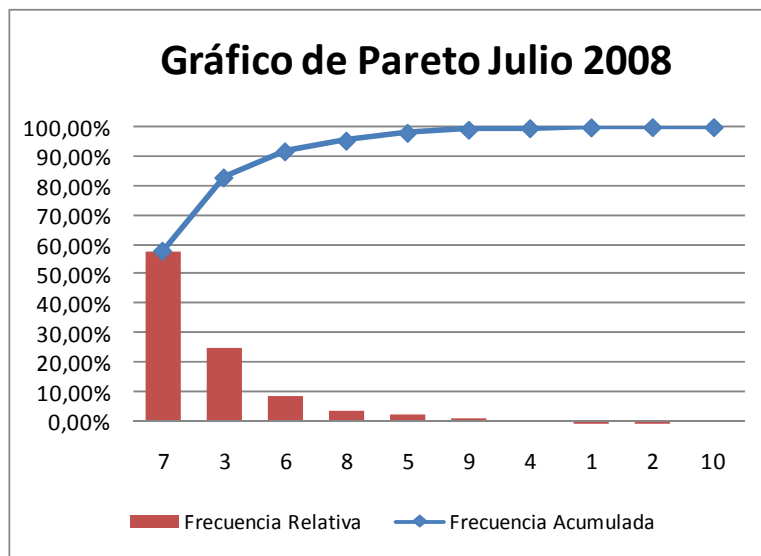


CAUSAL	VALOR CAUSALES	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	PESO DE LAS CAUSALES	PESO ACUMULADO DE CAUSALES	PUNTO DE CORTE
3	\$ 274.466.080	44,67%	44,67%	0,1	10%	55%
7	\$ 195.780.625	31,86%	76,53%	0,1	20%	97%
6	\$ 64.481.160	10,49%	87,03%	0,1	30%	117%
5	\$ 45.779.490	7,45%	94,48%	0,1	40%	134%
8	\$ 33.298.630	5,42%	99,90%	0,1	50%	150%
4	\$ 615.050	0,10%	100,00%	0,1	60%	160%
1	\$ -	0,00%	100,00%	0,1	70%	170%
2	\$ -	0,00%	100,00%	0,1	80%	180%
9	\$ -	0,00%	100,00%	0,1	90%	190%
10	\$ -	0,00%	100,00%	0,1	100%	200%
TOTAL	\$ 614.421.035					



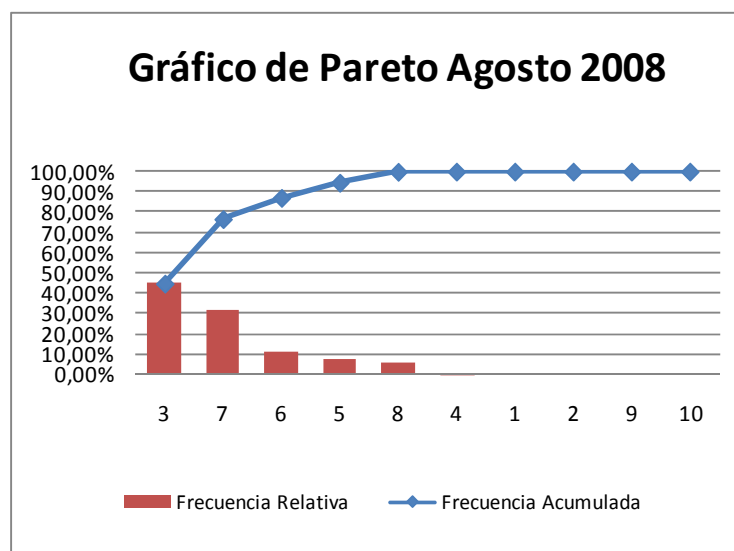


CAUSAL	VALOR CAUSALES	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	PESO DE LAS CAUSALES	PESO ACUMULADO DE CAUSALES	PUNTO DE CORTE
7	\$ 46.149.531	51,68%	51,68%	0,1	10%	62%
3	\$ 14.080.284	15,77%	67,45%	0,1	20%	87%
5	\$ 9.731.791	10,90%	78,35%	0,1	30%	108%
6	\$ 9.039.380	10,12%	88,48%	0,1	40%	128%
8	\$ 5.263.640	5,89%	94,37%	0,1	50%	144%
2	\$ 2.773.445	3,11%	97,48%	0,1	60%	157%
4	\$ 1.259.780	1,41%	98,89%	0,1	70%	169%
9	\$ 992.620	1,11%	100,00%	0,1	80%	180%
1	\$ -	0,00%	100,00%	0,1	90%	190%
10	\$ -	0,00%	100,00%	0,1	100%	200%
TOTAL	\$ 89.290.471					



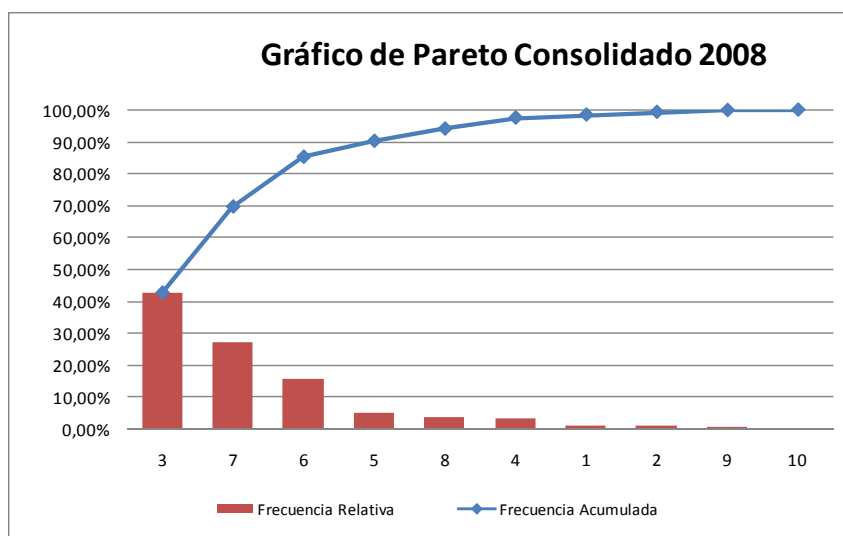


CAUSAL	VALOR CAUSALES	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	PESO DE LAS CAUSALES	PESO ACUMULADO DE CAUSALES	PUNTO DE CORTE
10	\$ 259.176.675	27,21%	27,21%	0,1	10%	37%
7	\$ 138.330.370	14,52%	41,73%	0,1	20%	62%
3	\$ 100.121.190	10,51%	52,24%	0,1	30%	82%
9	\$ 44.381.645	4,66%	56,90%	0,1	40%	97%
8	\$ 16.530.695	1,74%	58,63%	0,1	50%	109%
5	\$ 3.333.200	0,35%	58,98%	0,1	60%	119%
2	\$ 2.045.250	0,21%	59,20%	0,1	70%	129%
6	\$ 250.000	0,03%	59,22%	0,1	80%	139%
4	\$ 215.000	0,02%	59,24%	0,1	90%	149%
1	\$ -	0,00%	59,24%	0,1	100%	159%
TOTAL	\$ 564.384.025					





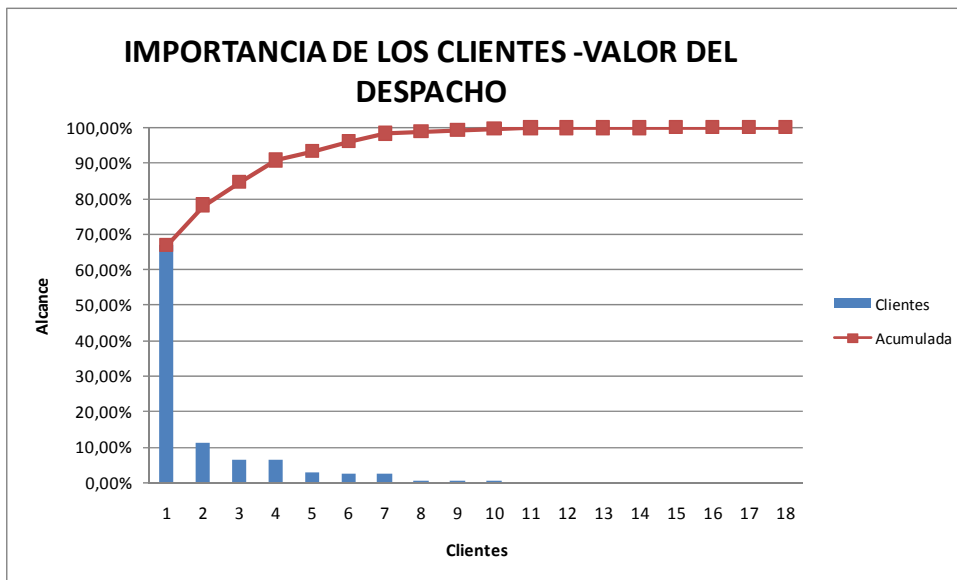
CAUSAL	VALOR CAUSALES	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	PESO DE LAS CAUSALES	PESO ACUMULADO DE	PUNTO DE CORTE
7	\$ 2.101.736.575	42,63%	42,63%	0,1	10%	53%
3	\$ 1.331.115.870	27,00%	69,63%	0,1	20%	90%
10	\$ 768.787.750	15,59%	85,23%	0,1	30%	115%
6	\$ 245.369.170	4,98%	90,20%	0,1	40%	130%
8	\$ 189.858.625	3,85%	94,06%	0,1	50%	144%
5	\$ 170.197.475	3,45%	97,51%	0,1	60%	158%
9	\$ 46.439.865	0,94%	98,45%	0,1	70%	168%
2	\$ 41.096.120	0,83%	99,28%	0,1	80%	179%
4	\$ 28.891.425	0,59%	99,87%	0,1	90%	190%
1	\$ 6.421.250	0,13%	100,00%	0,1	100%	200%
TOTAL	\$ 4.929.914.125					





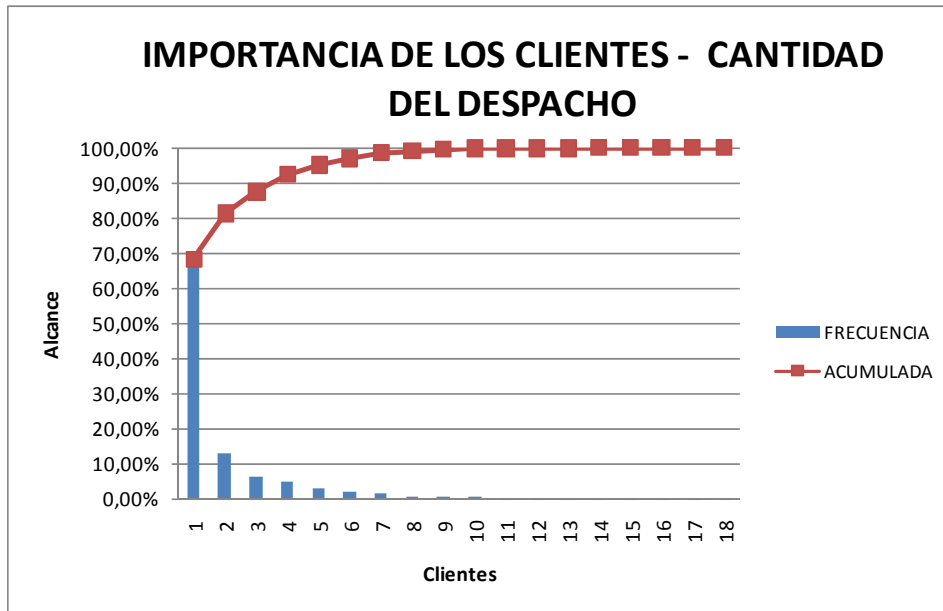
Anexo 2: IMPORTANCIA DE CLIENTES

	Cliente	VALOR DEL DESPACHO	FRECUENCIA	ACUMULADA	CAUSALES	ACUMULADA	PTO DE CORTE
1	AGUILAR CONSTRUCCIONES	\$ 3.556.268.500,00	66,79%	66,79%	5,56%	5,56%	72,34%
2	INCONAL	\$ 599.939.675,00	11,27%	78,05%	5,56%	11,11%	89,17%
3	SUAREZ Y SILVA	\$ 346.495.650,00	6,51%	84,56%	5,56%	16,67%	101,23%
4	SAIN MURCIA	\$ 328.300.115,00	6,17%	90,73%	5,56%	22,22%	112,95%
5	OTROS	\$ 144.845.010,00	2,72%	93,45%	5,56%	27,78%	121,22%
6	ROMULO TOBO	\$ 135.303.150,00	2,54%	95,99%	5,56%	33,33%	129,32%
7	ICEIN	\$ 124.279.000,00	2,33%	98,32%	5,56%	38,89%	137,21%
8	VENTA	\$ 30.570.000,00	0,57%	98,90%	5,56%	44,44%	143,34%
9	CONCREARMADOS	\$ 24.625.200,00	0,46%	99,36%	5,56%	50,00%	149,36%
10	EDWIN BUSTOS	\$ 18.987.000,00	0,36%	99,72%	5,56%	55,56%	155,27%
11	GUILLERMO GUTIERREZ	\$ 4.755.000,00	0,09%	99,80%	5,56%	61,11%	160,92%
12	FERNANDO GALVIS	\$ 1.779.000,00	0,03%	99,84%	5,56%	66,67%	166,50%
13	WILLIAM FRANCO	\$ 1.779.000,00	0,03%	99,87%	5,56%	72,22%	172,09%
14	RIVERA OROZCO INVERSONISTAS	\$ 1.779.000,00	0,03%	99,90%	5,56%	77,78%	177,68%
15	RIVERA OROZCO	\$ 1.779.000,00	0,03%	99,94%	5,56%	83,33%	183,27%
16	JUAN JOSE OSORIO	\$ 1.779.000,00	0,03%	99,97%	5,56%	88,89%	188,86%
17	GERARDO MOSQUERA	\$ 1.065.750,00	0,02%	99,99%	5,56%	94,44%	194,44%
18	FREDY ALVARADO	\$ 444.750,00	0,01%	100,00%	5,56%	100,00%	200,00%
	Total general	\$ 5.324.773.800,00	100,00%		100,00%		





	Rótulos de fila	Suma de M3	FRECUENCIA	ACUMULADA	CAUSALES	ACUMULADA	PTO DE CORTE
1	AGUILAR CONSTRUCCIONES	\$ 91.098,40	68,25%	68,25%	5,56%	5,56%	73,81%
2	INCONAL	\$ 17.404,00	13,04%	81,29%	5,56%	11,11%	92,40%
3	SUAREZ Y SILVA	\$ 8.312,50	6,23%	87,52%	5,56%	16,67%	104,19%
4	SAIN MURCIA	\$ 6.550,75	4,91%	92,43%	5,56%	22,22%	114,65%
5	OTROS	\$ 3.521,20	2,64%	95,06%	5,56%	27,78%	122,84%
6	ROMULO TOBO	\$ 2.660,50	1,99%	97,06%	5,56%	33,33%	130,39%
7	ICEIN	\$ 2.130,00	1,60%	98,65%	5,56%	38,89%	137,54%
8	CONCREARMADOS	\$ 609,00	0,46%	99,11%	5,56%	44,44%	143,55%
9	VENTA	\$ 575,00	0,43%	99,54%	5,56%	50,00%	149,54%
10	EDWIN BUSTOS	\$ 330,00	0,25%	99,79%	5,56%	55,56%	155,34%
11	GUILLERMO GUTIERREZ	\$ 90,00	0,07%	99,86%	5,56%	61,11%	160,97%
12	GERARDO MOSQUERA	\$ 35,00	0,03%	99,88%	5,56%	66,67%	166,55%
13	WILLIAM FRANCO	\$ 30,00	0,02%	99,90%	5,56%	72,22%	172,13%
14	RIVERA OROZCO INVERSONISTAS	\$ 30,00	0,02%	99,93%	5,56%	77,78%	177,70%
15	RIVERA OROZCO	\$ 30,00	0,02%	99,95%	5,56%	83,33%	183,28%
16	FERNANDO GALVIS	\$ 30,00	0,02%	99,97%	5,56%	88,89%	188,86%
17	JUAN JOSE OSORIO	\$ 30,00	0,02%	99,99%	5,56%	94,44%	194,44%
18	FREDY ALVARADO	\$ 7,50	0,01%	100,00%	5,56%	100,00%	200,00%
Total general		\$ 133.473,85	1		1		

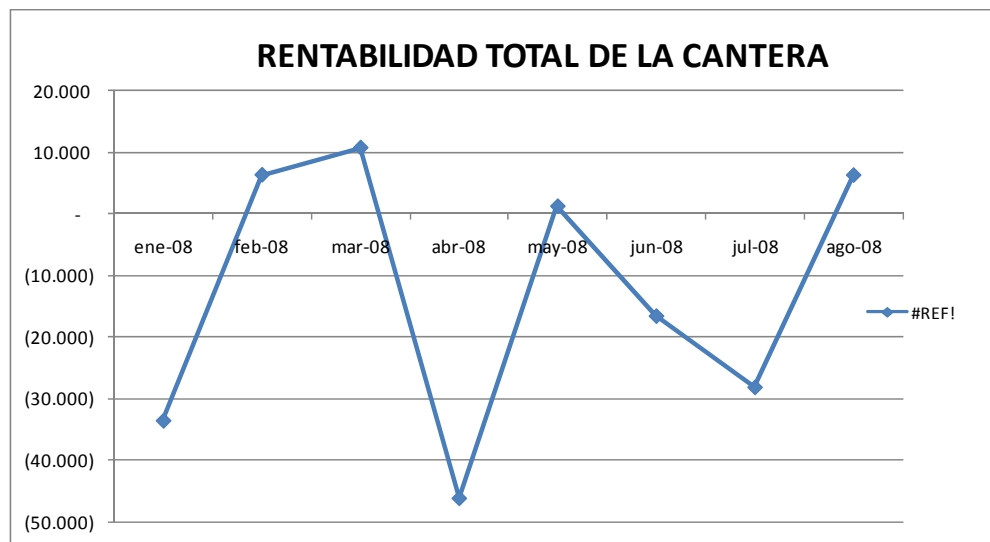




Anexo 3: RENTABILIDAD DE LA CANTERA

ELEMENTO	ene-08	feb-08	mar-08	abr-08
COSTO FIJO	\$ 279.429.884,85	\$ 316.507.295,58	\$ 304.436.406,41	\$ 357.055.748,91
CANTIDAD	9.675	16.779	13.842	17.403
DESPACHO	\$ 394.110.000,00	\$ 656.495.650,00	\$ 573.090.545,00	\$ 725.618.255,00
GASTOS TOTALES	\$ 998.980.019,85	\$ 868.160.290,58	\$ 730.033.061,41	\$ 1.886.780.388,91
BENEFICIO	(604.870.020)	(211.664.641)	(156.942.516)	(1.161.162.134)
RENTABILIDAD	(33.637)	6.248	10.655	(46.205)
B/C	0,39	0,76	0,79	0,38

ELEMENTO	may-08	jun-08	jul-08	ago-08
COSTO FIJO	\$ 339.569.603,91	\$ 417.427.923,91	\$ 370.492.900,00	\$ 390.997.032,50
CANTIDAD	17.860	16.553	22.534	19.327
DESPACHO	\$ 728.083.940,00	\$ 627.943.110,00	\$ 883.227.350,00	\$ 734.196.950,00
GASTOS TOTALES	\$ 1.047.094.453,91	\$ 1.321.184.028,91	\$ 1.889.653.390,00	\$ 1.005.418.067,50
BENEFICIO	(319.010.514)	(693.240.919)	(1.006.426.040)	(271.221.118)
RENTABILIDAD	1.151	(16.662)	(28.221)	6.197
B/C	0,70	0,48	0,47	0,73





Anexo 4: FORMATO DE ENCUESTA LOGISTICA.

FORMULARIO DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN LOGÍSTICA EN EMPRESAS DE MANUFACTURA			
1. ENCABEZADO			
EMPRESA		CODIGO	
TAMAÑO		TELEFONO	
CARGO ENTREVISTADO		NOMBRE	
AREA A LA QUE PERTENECE			
2. APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS LOGÍSTICOS EN LAS AREAS RELACIONADAS			
I. MANUFACTURA	1	2	3
1. DOCUMENTACIÓN Y CONTROL SOBRE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA			
2. CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO			
3. PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN			
4. CONOCIMIENTO DEL CUELLO DE BOTELLA DEL PROCESO			
5. METODOLOGÍA SOBRE EL MANEJO DE INVENTARIOS			
Explique su respuesta			
II. APROVISIONAMIENTO	1	2	3
1. CONTROL SOBRE LAS NECESIDADES DE MATERIA PRIMA (MRP)			
2. CONOCIMIENTO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS PROVEEDORES			
3. POLÍTICAS DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES			
Explique su respuesta			
III. DISTRIBUCIÓN	1	2	3
1. CONOCIMIENTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA			
2. MANEJO DE SISTEMAS DE PRONOSTICOS			
3. PLAN DE DISTRIBUCIÓN (DRP)			
4. CONTROL SOBRE EL PROCESO DE TRANSPORTE Y ENTREGAS			
Explique su respuesta			
IV. SERVICIO AL CLIENTE	1	2	3
1. METODO PARA IDENTIFICAR LAS NECESIDADES DE LOS CLIENTES			
2. MANEJO DE NIVELES DE SERVICIO POR TIPO DE CLIENTE			
3. APOYO POSTVENTA AL CLIENTE			
Explique su respuesta			
V. ADMINISTRACIÓN LOGÍSTICA E INTEGRACIÓN ENTRE ÁREAS	1	2	3
1. INTEGRACIÓN ENTRE LAS DIFERENTES ÁREAS PARA REALIZAR PLANEACIÓN LOGISTICA			
2. INDICADORES DE GESTIÓN Y PRODUCTIVIDAD EMPRESARIAL			
3. COMPROMISO DE LA ALTA GERENCIA POR PROMOVER PROYECTOS SOBRE LA LOGISTICA			
5. ELEMENTOS DIFERENCIADORES BASADOS EN LOGISTICA PARA ENFRENTAR LA COMPETENCIA			
Explique su respuesta			

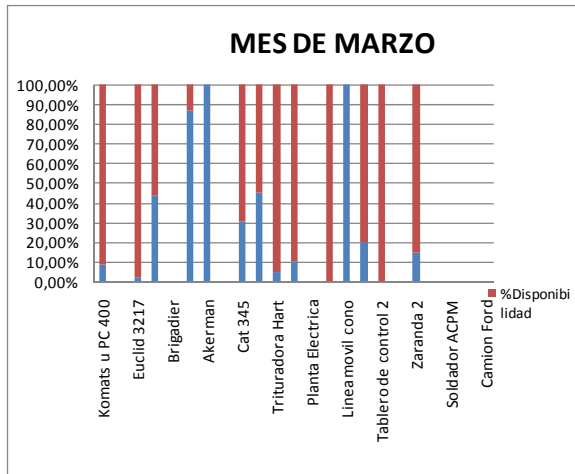


VI. CADENA DE SUMINISTRO	1	2	3
1. ALIANZAS CON PROVEEDORES Y CLIENTES			
2. FLUJO DE INFORMACIÓN CON PROVEEDORES Y CLIENTES			
3. MANEJO DE COSTOS (ABC)			
4. LOGISTICA INVERSA			
Explique su respuesta			
VII. TECNOLOGÍA	1	2	3
1. SISTEMAS EN LA EMPRESA RELACIONADOS CON LOGISTICA			
Explique su respuesta			
VIII. CONOCIMIENTO DEL SECTOR	1	2	3
1. CONOCIMIENTO DE SU COMPETENCIA Y MEJORES PRACTICAS DEL SECTOR			
2. CONOCIMIENTO SOBRE LAS VENTAJAS ARANCELARIAS DEL PAIS Y LA LEGISLACION			
Explique su respuesta			
3. OBSERVACIONES Y COMENTARIOS			



Anexo 5: TABLAS Y LAS GRÁFICAS DE PORCENTAJES DE TIEMPO DISPONIBLE VS. TIEMPO TALLER

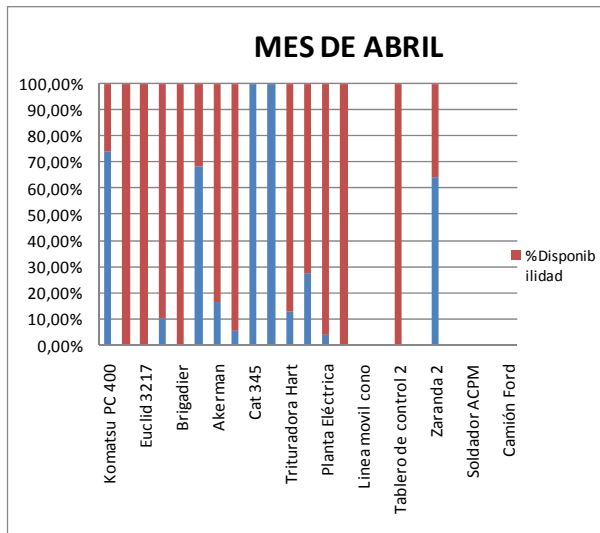
	2008 EQUIPO	MARZO			TOTAL	
		%Utilización	% Inactividad	%Disponibilidad		%Taller
1	Komatsu PC 400	87,72%	3,51%	91,23%	8,77%	100,00%
2	Komatsu PC 280	NA	NA	NA	NA	0,00%
3	Euclid 3217	90,91%	7,27%	98,18%	1,82%	100,00%
4	Euclid 3218	56,14%	0,00%	56,14%	43,86%	100,00%
5	Brigadier	NA	NA	NA	NA	0,00%
6	Buldocer D85A	0,00%	13,16%	13,16%	86,84%	100,00%
7	Akerman	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
8	Martillo Indeco #2	NA	NA	NA	NA	0,00%
9	Cat 345	54,95%	14,29%	69,23%	30,77%	100,00%
10	Martillo Indeco #1	54,95%	0,00%	54,95%	45,05%	100,00%
11	Trituradora Hart	31,87%	63,74%	95,60%	4,40%	100,00%
12	Trituración Secundaria	83,33%	6,86%	90,20%	9,80%	100,00%
13	Planta Eléctrica	NA	NA	NA	NA	0,00%
14	cargador PC 420	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%
15	Linea movil cono	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
16	Planta Eléctrica 2	57,79%	22,11%	79,90%	20,10%	100,00%
17	Tablero de control 2	50,55%	49,45%	100,00%	0,00%	100,00%
18	Cono secundario	NA	NA	NA	NA	0,00%
19	Zaranda 2	59,74%	25,97%	85,71%	14,29%	100,00%
20	Soldador Gasolina	NA	NA	NA	NA	0,00%
21	Soldador ACPM	NA	NA	NA	NA	0,00%
22	Estado Del Tiempo	NA	NA	NA	NA	0,00%
23	Camión Ford	NA	NA	NA	NA	0,00%



MAQUINARIA	%Disponibilidad	%Taller
Euclid 3218	56,14%	43,86%
Buldocer D85A	13,16%	86,84%
Akerman	0,00%	100,00%
Martillo Indeco #1	54,95%	45,05%
Línea móvil conos	0,00%	100,00%

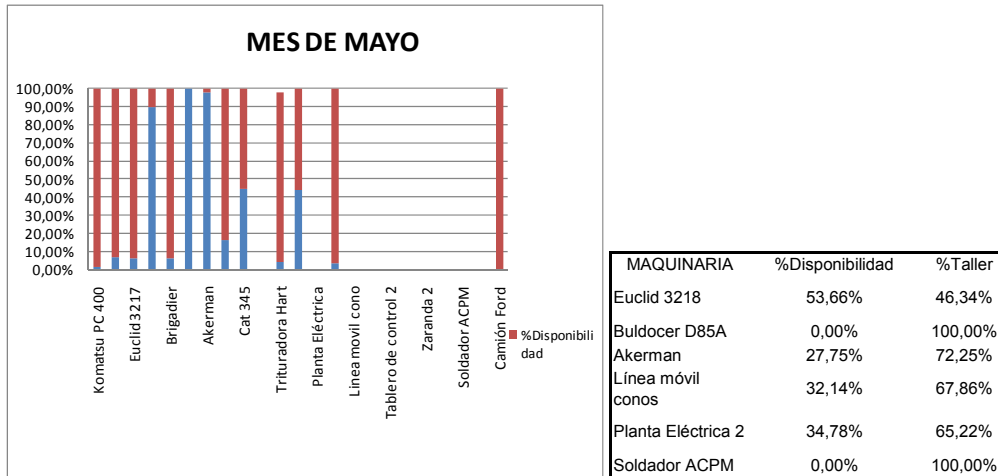


2008		ABRIL				TOTAL
EQUIPO	%Utilización	% Inactividad	%Disponibilidad	%Taller		
1	Komatsu PC 400	25,56%	0,00%	25,56%	74,44%	100,00%
2	Komatsu PC 280	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%
3	Euclid 3217	78,95%	21,05%	100,00%	0,00%	100,00%
4	Euclid 3218	68,42%	21,05%	89,47%	10,53%	100,00%
5	Brigadier	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%
6	Buldozer D85A	31,58%	0,00%	31,58%	68,42%	100,00%
7	Akerman	79,44%	3,74%	83,18%	16,82%	100,00%
8	Martillo Indeco #2	77,98%	16,51%	94,50%	5,50%	100,00%
9	Cat 345	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
10	Martillo Indeco #1	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
11	Trituradora Hart	41,28%	45,87%	87,16%	12,84%	100,00%
12	Trituración Secundaria	50,98%	21,18%	72,16%	27,84%	100,00%
13	Planta Eléctrica	38,89%	56,67%	95,56%	4,44%	100,00%
14	cargador PC 420	64,21%	35,79%	100,00%	0,00%	100,00%
15	Línea móvil cono	NA	NA	NA	NA	0,00%
16	Planta Eléctrica 2	NA	NA	NA	NA	0,00%
17	Tablero de control 2	32,11%	67,89%	100,00%	0,00%	100,00%
18	Cono secundario	NA	NA	NA	NA	0,00%
19	Zaranda 2	32,11%	3,67%	35,78%	64,22%	100,00%
20	Soldador Gasolina	NA	NA	NA	NA	0,00%
21	Soldador ACPM	NA	NA	NA	NA	0,00%
22	Estado Del Tiempo	NA	NA	NA	NA	0,00%
23	Camión Ford	NA	NA	NA	NA	0,00%



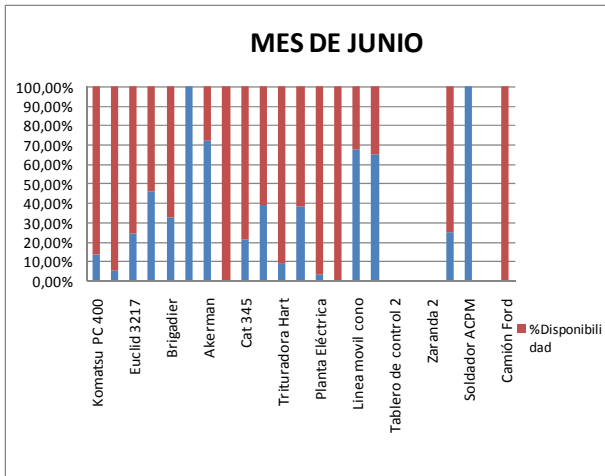


2008		MAYO				TOTAL
EQUIPO		%Utilización	% Inactividad	%Disponibilidad	%Taller	
1	Komatsu PC 400	97,07%	1,46%	98,53%	1,47%	100,00%
2	Komatsu PC 280	90,34%	2,81%	93,15%	6,85%	100,00%
3	Euclid 3217	75,23%	18,89%	94,12%	5,88%	100,00%
4	Euclid 3218	4,88%	5,36%	10,24%	89,76%	100,00%
5	Brigadier	74,55%	19,09%	93,64%	6,36%	100,00%
6	Buldocer D85A	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
7	Akerman	1,79%	0,00%	1,79%	98,21%	100,00%
8	Martillo Indeco #2	80,00%	3,92%	83,92%	16,08%	100,00%
9	Cat 345	52,94%	2,30%	55,24%	44,76%	100,00%
10	Martillo Indeco #1	NA	NA	NA	NA	0,00%
11	Trituradora Hart	77,01%	17,16%	94,17%	3,83%	98,00%
12	Trituración Secundaria	53,18%	3,18%	56,36%	43,64%	100,00%
13	Planta Eléctrica	NA	NA	NA	NA	0,00%
14	cargador PC 420	96,52%	0,00%	96,52%	3,48%	100,00%
15	Linea movil cono	NA	NA	NA	NA	0,00%
16	Planta Eléctrica 2	NA	NA	NA	NA	0,00%
17	Tablero de control 2	NA	NA	NA	NA	0,00%
18	Cono secundario	NA	NA	NA	NA	0,00%
19	Zaranda 2	NA	NA	NA	NA	0,00%
20	Soldador Gasolina	NA	NA	NA	NA	0,00%
21	Soldador ACPM	NA	NA	NA	NA	0,00%
22	Estado Del Tiempo	NA	NA	NA	NA	0,00%
23	Camión Ford	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%



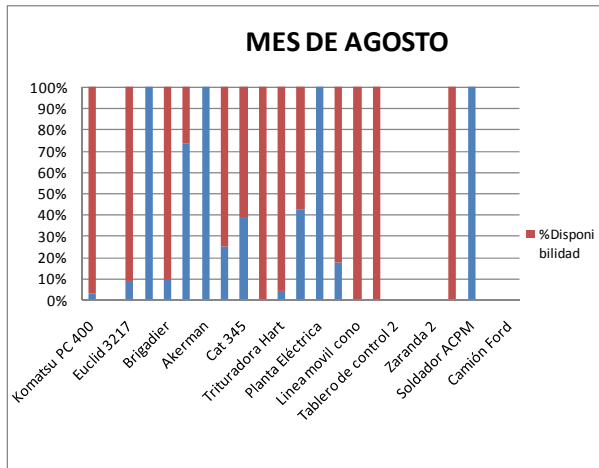


2008		JUNIO			TOTAL	
EQUIPO	%Utilización	% Inactividad	%Disponibilidad	%Taller		
1	Komatsu PC 400	83,58%	2,39%	85,97%	14,03%	100,00%
2	Komatsu PC 280	92,99%	1,52%	94,51%	5,49%	100,00%
3	Euclid 3217	73,00%	2,07%	75,07%	24,93%	100,00%
4	Euclid 3218	53,66%	0,00%	53,66%	46,34%	100,00%
5	Brigadier	49,51%	17,59%	67,10%	32,90%	100,00%
6	Buldocer D85A	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
7	Akerman	16,74%	11,01%	27,75%	72,25%	100,00%
8	Martillo Indeco #2	58,04%	41,33%	99,37%	0,63%	100,00%
9	Cat 345	55,97%	22,63%	78,60%	21,40%	100,00%
10	Martillo Indeco #1	26,32%	34,21%	60,53%	39,47%	100,00%
11	Trituradora Hart	51,80%	39,02%	90,82%	9,18%	100,00%
12	Trituración Secundaria	61,23%	0,00%	61,23%	38,77%	100,00%
13	Planta Eléctrica	95,93%	0,00%	95,93%	4,07%	100,00%
14	cargador PC 420	99,19%	0,00%	99,19%	0,81%	100,00%
15	Linea movil cono	32,14%	0,00%	32,14%	67,86%	100,00%
16	Planta Eléctrica 2	34,78%	0,00%	34,78%	65,22%	100,00%
17	Tablero de control 2	NA	NA	NA	NA	0,00%
18	Cono secundario	NA	NA	NA	NA	0,00%
19	Zaranda 2	NA	NA	NA	NA	0,00%
20	Soldador Gasolina	71,31%	3,28%	74,59%	25,41%	100,00%
21	Soldador ACPM	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
22	Estado Del Tiempo	NA	NA	NA	NA	0,00%
23	Camión Ford	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%





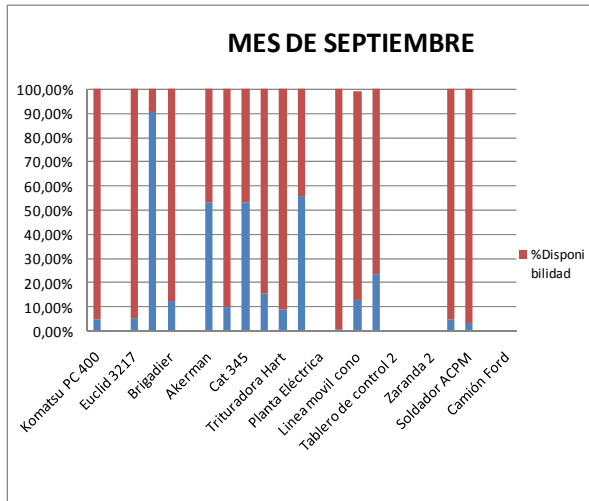
2008		AGOSTO				TOTAL
EQUIPO	%Utilización	% Inactividad	%Disponibilidad	%Taller		
1	Komatsu PC 400	97,33%	0,00%	97,33%	2,67%	100,00%
2	Komatsu PC 280	NA	NA	NA	NA	0,00%
3	Euclid 3217	88,24%	2,94%	91,18%	8,82%	100,00%
4	Euclid 3218	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
5	Brigadier	68,00%	22,67%	90,67%	9,33%	100,00%
6	Buldozer D85A	26,67%	0,00%	26,67%	73,33%	100,00%
7	Akerman	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
8	Martillo Indeco #2	47,37%	27,63%	75,00%	25,00%	100,00%
9	Cat 345	49,32%	12,33%	61,64%	38,36%	100,00%
10	Martillo Indeco #1	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	100,00%
11	Trituradora Hart	79,59%	16,33%	95,92%	4,08%	100,00%
12	Trituración Secundaria	50,67%	6,67%	57,33%	42,67%	100,00%
13	Planta Eléctrica	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
14	cargador PC 420	82,76%	0,00%	82,76%	17,24%	100,00%
15	Linea movil cono	28,57%	71,43%	100,00%	0,00%	100,00%
16	Planta Eléctrica 2	44,12%	55,88%	100,00%	0,00%	100,00%
17	Tablero de control 2	NA	NA	NA	NA	0,00%
18	Cono secundario	NA	NA	NA	NA	0,00%
19	Zaranda 2	NA	NA	NA	NA	0,00%
20	Soldador Gasolina	12,28%	87,72%	100,00%	0,00%	100,00%
21	Soldador ACPM	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
22	Estado Del Tiempo	NA	NA	NA	NA	0,00%
23	Camión Ford	NA	NA	NA	NA	0,00%



MAQUINARIA	%Disponibilidad	%Taller
Euclid 3218	9,69%	90,31%
Akerman	46,81%	53,19%
Martillo Indeco #2	90,00%	10,00%
Cat 345	46,72%	53,28%
Trituracion Secundaria	44,18%	55,82%



2008		SEPTIEMBRE			TOTAL	
EQUIPO	%Utilización	% Inactividad	%Disponibilidad	%Taller		
1	Komatsu PC 400	93,42%	1,59%	95,01%	4,99%	100,00%
2	Komatsu PC 280	NA	NA	NA	NA	0,00%
3	Euclid 3217	61,77%	32,69%	94,46%	5,54%	100,00%
4	Euclid 3218	8,30%	1,39%	9,69%	90,31%	100,00%
5	Brigadier	52,17%	35,33%	87,50%	12,50%	100,00%
6	Buldocer D85A	NA	NA	NA	NA	0,00%
7	Akerman	19,94%	26,87%	46,81%	53,19%	100,00%
8	Martillo Indeco #2	9,47%	80,53%	90,00%	10,00%	100,00%
9	Cat 345	41,36%	5,36%	46,72%	53,28%	100,00%
10	Martillo Indeco #1	0,00%	84,21%	84,21%	15,79%	100,00%
11	Trituradora Hart	40,36%	50,53%	90,89%	9,11%	100,00%
12	Trituración Secundaria	44,18%	0,00%	44,18%	55,82%	100,00%
13	Planta Eléctrica	NA	NA	NA	NA	0,00%
14	cargador PC 420	95,42%	3,54%	98,96%	1,04%	100,00%
15	Linea movil cono	32,45%	53,34%	85,79%	13,21%	99,00%
16	Planta Eléctrica 2	21,34%	54,81%	76,15%	23,85%	100,00%
17	Tablero de control 2	NA	NA	NA	NA	0,00%
18	Cono secundario	NA	NA	NA	NA	0,00%
19	Zaranda 2	NA	NA	NA	NA	0,00%
20	Soldador Gasolina	3,86%	90,91%	94,77%	5,23%	100,00%
21	Soldador ACPM	8,03%	88,37%	96,40%	3,60%	100,00%
22	Estado Del Tiempo	NA	NA	NA	NA	0,00%
23	Camión Ford	NA	NA	NA	NA	0,00%



MAQUINARIA	%Disponibilidad	%Taller
Euclid 3218	0,00%	100,00%
Buldocer D85A	26,67%	73,33%
Akerman	0,00%	100,00%
Planta Electrica	0,00%	100,00%
Soldador ACPM	0,00%	100,00%



Anexo 6: ESTRUCTURA DE PLANES DE MANTENIMIENTO PROPUESTA.

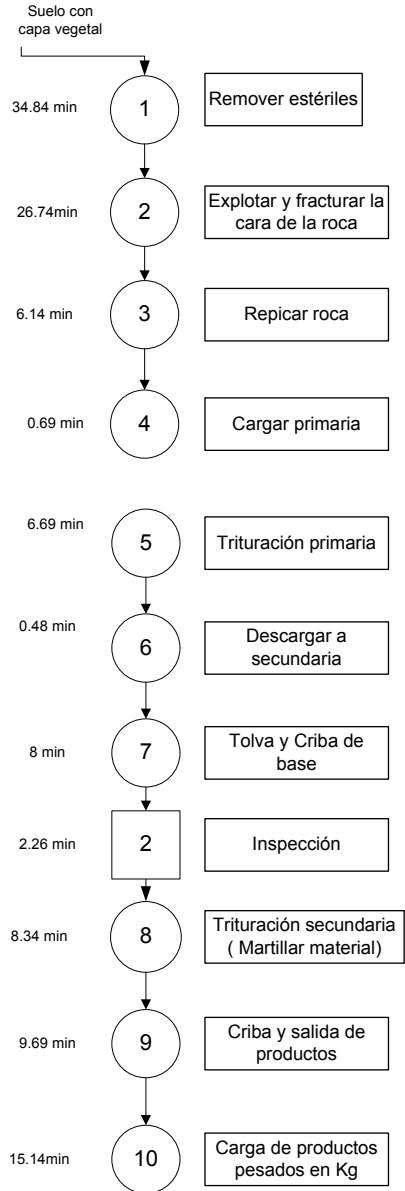
A continuación se describe la estructura propuesta de los planes de mantenimiento.

1. Objetivo del plan
2. Justificación del plan.
3. Responsables del plan.
4. Especificaciones técnicas de máquina.
5. Inventario de partes de la máquina.
6. Especificaciones técnicas de las partes.
7. Informes y/o reportes de mantenimiento de partes, si aplica.
8. Procedimientos de mantenimiento general de máquina.
 - Problemas frecuentes de uso.
 - Referencia del Manual.
 - Acciones de mantenimiento.
 - Procedimientos preventivos a maquina
 - Diagramas(fotografías, planos)
 - Disponibilidad de maquinaria.
 - Informe de registro de mantenimiento.
9. Informes y/o reportes de mantenimiento maquina. (históricos).
10. Comentarios.



Anexo 7: DIAGRAMA DE OPERACIONES

GRUPO AGUILAR – AGUILAR CONSTRUCCIONES & ALTRON S.A DIAGRAMA DE OPERACIONES EXPLOTACIÓN MINERA



RESUMEN

Situación: Actual
Número de Operaciones: 10
Número de inspecciones: 2
Número de Máquinas Humanas: 13
Número de Máquinas Físicas: 14
Tiempo Total: 128.31 min
Fecha: Diciembre de 2008
Elaborado por: Fabián Basabe, Manuela Bejarano



Anexo 8: DIAGRAMA DE FLUJO

Cursograma Analítico.						Operario/Material/Equipo						
Diagrama Núm. 1		Hoja N. 1 de 1				RESUMEN						
Objeto: Explotación minera						Simb.	No.	Tiempo	Dist. (m)	Observaciones		
Actividad: Preparar terreno, triturar, inspeccionar y pesar.						O	10	116,78	140			
Lugar: Cantera Salitre Blanco. Villeta, Cundinamarca						□	1	2,26	0			
Operario(s):						▼	0	0	0			
Diagramó: Fabian Basabe, Manuela Bejarano.						→	1	8,12	700			
Revisó y Aprobó:						D	0	0	0			
						Total	12	127,1587	840			
						Observaciones: El tiempo se expresa en minutos y corresponde a los tiempos estándar del proceso.						
No	Actividad	O	□	▼	→	D	Tiempo min	Distancia(m)	Eliminar	Combinar	Cambio	Observación
1	Remover estériles	X					34,83	0				
2	Explotar y fracturar cara de la roca	X					26,741	0				
3	Repicar roca	X					6,145	0				Donde la retroexcavadora convierte la roca en piedra tamaño rajón para pasar a trituración primaria
4	Cargar a primaria	X					0,695	90				
5	Trituración primaria	X					6,699	0				
1	Transporte a secundaria				X		8,12	700				
6	Descargar a secundaria	X					0,48	0				
7	Tolva y criba de base	X					8,008	0				
2	Inspección para evitar atascamientos		X				2,26	0				
8	Martillar material (trituration secundaria)	X					8,3477	0				
9	Criba y salida de productos	X					9,69	0				
10	Cargar productos pesados en kilogramos	X					15,142	50				
TOTAL		10	1	0	1	0	127,16	840				

Nota: Durante el proceso se realiza una sola inspección.



Anexo 9: DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA

Elaborado por: Fabian Basabe, Manuela Bejarano

Fecha: Diciembre de 2008

Las actividades en azul no corresponden al operario/máquina analizada, por tanto se omite su análisis.

		OPERARIO	Operario de Buldócer			
		MÁQUINA	Buldócer			
			Hombre		Máquina	
No.	Ciclo	Actividad	Símbolo	Tmin	Símbolo	Tmin
1	P	Remoción de estériles		34,831		34,83
2	P	Explotar y fracturar cara de la roca		26,741		26,741
3	O	Repicar roca		6,145		6,15
4	O	Cargar a primaria		0,695		0,695
5	O	Triturar (trituración primaria)		1,15		1,15
6	O	Descargue a secundaria		6,699		6,70
7	O	Tolva Y Criba de base		8,008		8,008
8	O	Inspección para evitar atascamientos		2,26		2,26
9	O	Martillar material (Trituración secundaria)		8,3477		8,35
10	O	Criba y salida de productos		9,69		9,69
11	O	Cargar productos pesados en kilogramos		15,142		15,14
TOTAL OPERACIÓN				6,84		
TOTAL PREPREPARACIÓN				61,572		

MÁQUINA		%	HOMBRE		%
	1,0000	100,0000		1,0000	100,0000
	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000
	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000



		OPERARIO	Operario de retroexcavadora			
		MÁQUINA	Retroexcavadora con martillo y Retroexcavadora con Balde Rockero			
			Hombre		Máquina	
No.	Ciclo	Actividad	Símbolo	Tmin	Símbolo	Tmin
1	P	Remoción de estériles		34,831		34,83
2	P	Explotar y fracturar cara de la roca		26,741		26,741
3	O	Repicar roca		6,145		6,15
4	O	Cargar a primaria		0,695		0,695
5	O	Triturar (trituración primaria)		1,15		1,15
6	O	Descargue a secundaria		6,699		6,70
7	O	Tolva Y Criba de base		8,008		8,008
8	O	Inspección para evitar atascamientos		2,26		2,26
9	O	Martillar material (Trituración secundaria)		8,3477		8,35
10	O	Criba y salida de productos		9,69		9,69
11	O	Cargar productos pesados en kilogramos		15,142		15,14
				TOTAL OPERACIÓN	6,84	
				TOTAL PREPREPARACIÓN	61,572	

HOMBRE	%	MÁQUINA	%
0,8984	89,8392	1,0000	100,0000
0,1016	10,1608	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000



OPERARIO		Operario de Trituración primaria				
MÁQUINA		Impactor de Martillos Hart (trituración primaria)				
No.	Ciclo	Actividad	Hombre		Máquina	
			Símbolo	Tmin	Símbolo	Tmin
1	P	Remoción de estériles		34,831		34,83
2	P	Explotar y fracturar cara de la roca		26,741		26,741
3	O	Repicar roca		6,145		6,15
4	O	Cargar a primaria		0,695		0,695
5	O	Triturar (trituración primaria)		1,15		1,15
6	O	Descargue a secundaria		6,699		6,70
7	O	Tolva Y Criba de base		8,008		8,008
8	O	Inspección para evitar atascamientos		2,26		2,26
9	O	Martillar material (Trituración secundaria)		8,3477		8,35
10	O	Criba y salida de productos		9,69		9,69
11	O	Cargar productos pesados en kilogramos		15,142		15,14
TOTAL OPERACIÓN				1,85		
TOTAL PREPREPARACIÓN				61,57		

MAQUINA		%	HOMBRE		%
	0,8442	84,4173		0,8442	84,4173
	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000
	0,1558	15,5827		0,1558	15,5827



		OPERARIO	Conductor de volqueta rígida			
		MÁQUINA	Volqueta rígida			
			Hombre		Máquina	
No.	Ciclo	Actividad	Símbolo	Tmin	Símbolo	Tmin
1	P	Remoción de estériles		34,831		34,83
2	P	Explotar y fracturar cara de la roca		26,741		26,741
3	O	Repicar roca		6,145		6,15
4	O	Cargar a primaria		0,695		0,695
5	O	Triturar (trituración primaria)		1,15		1,15
6	O	Descargue a secundaria		6,699		6,70
7	O	Tolva Y Criba de base		8,008		8,008
8	O	Inspección para evitar atascamientos		2,26		2,26
9	O	Martillar material (Trituración secundaria)		8,3477		8,35
10	O	Criba y salida de productos		9,69		9,69
11	O	Cargar productos pesados en kilogramos		15,142		15,14
TOTAL OPERACIÓN				7,85		
TOTAL PREPREPARACIÓN				61,57		

MAQUINA		%	HOMBRE		%
	0,8535	85,3485		0,7866	78,6629
	0,1465	14,6515		0,2134	21,3371
	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000



		OPERARIO	Operario Tolva Y Criba			
		MÁQUINA	Tolva y criba de base			
			Hombre		Máquina	
No.	Ciclo	Actividad	Símbolo	Tmin	Símbolo	Tmin
1	P	Remoción de estériles		34,831		34,83
2	P	Explotar y fracturar cara de la roca		26,741		26,741
3	O	Repicar roca		6,145		6,15
4	O	Cargar a primaria		0,695		0,695
5	O	Triturar (trituración primaria)		1,15		1,15
6	O	Descargue a secundaria		6,699		6,70
7	O	Tolva Y Criba de base		8,008		8,008
8	O	Inspección para evitar atascamientos		2,26		2,26
9	O	Martillar material (Trituración secundaria)		8,3477		8,35
10	O	Criba y salida de productos		9,69		9,69
11	O	Cargar productos pesados en kilogramos		15,142		15,14
TOTAL OPERACIÓN				28,31		
TOTAL PREPREPARACIÓN				61,57		

MAQUINA		%	HOMBRE		%
	0,6577	65,7666		0,7051	70,5088
	0,3423	34,2334		0,2949	29,4912
	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000



OPERARIO	Operario de impactor y criba de salida
MÁQUINA	Impactor

No.	Ciclo	Actividad	Hombre		Máquina		
			Símbolo	Tmin	Símbolo	Tmin	
1	P	Remoción de estériles		34,831		34,83	
2	P	Explotar y fracturar cara de la roca		26,741		26,741	
3	O	Repicar roca		6,145		6,15	
4	O	Cargar a primaria		0,695		0,695	
5	O	Triturar (trituración primaria)		1,15		1,15	
6	O	Descargue a secundaria		6,699		6,70	
7	O	Tolva Y Criba de base		8,008		8,008	
8	O	Inspección para evitar atascamientos		2,26		2,26	
9	O	Martillar material (Trituración secundaria)		8,3477		8,35	
10	O	Criba y salida de productos		9,69		9,69	
11	O	Cargar productos pesados en kilogramos		15,142		15,14	
TOTAL OPERACIÓN					33,18		
TOTAL PREPREPARACIÓN					61,57		

MAQUINA	%	HOMBRE	%
	0,2516	25,1591	0,7484
	0,7484	74,8409	0,2516
	0,0000	0,0000	0,0000



Anexo 10: DIAGRAMA DE CUADRILLA

DIAGRAMA PROCESO DE GRUPO

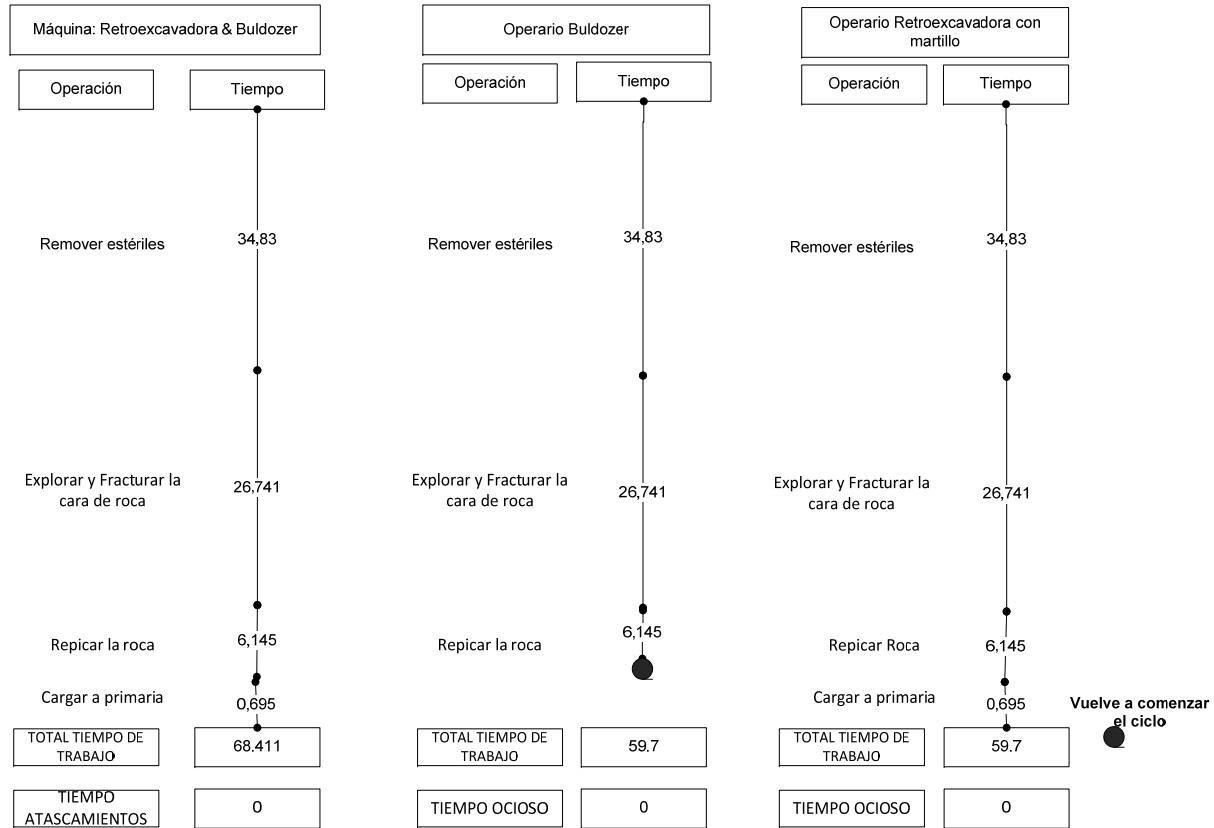




DIAGRAMA PROCESO DE GRUPO

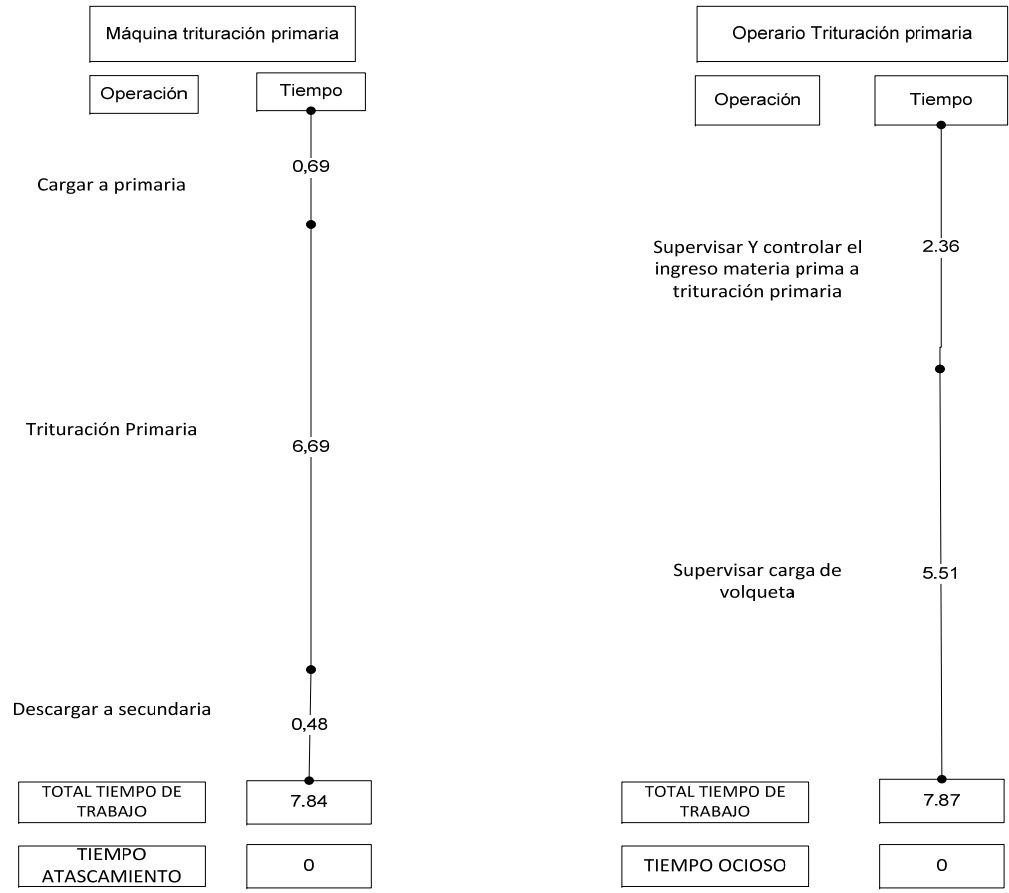




DIAGRAMA PROCESO DE GRUPO

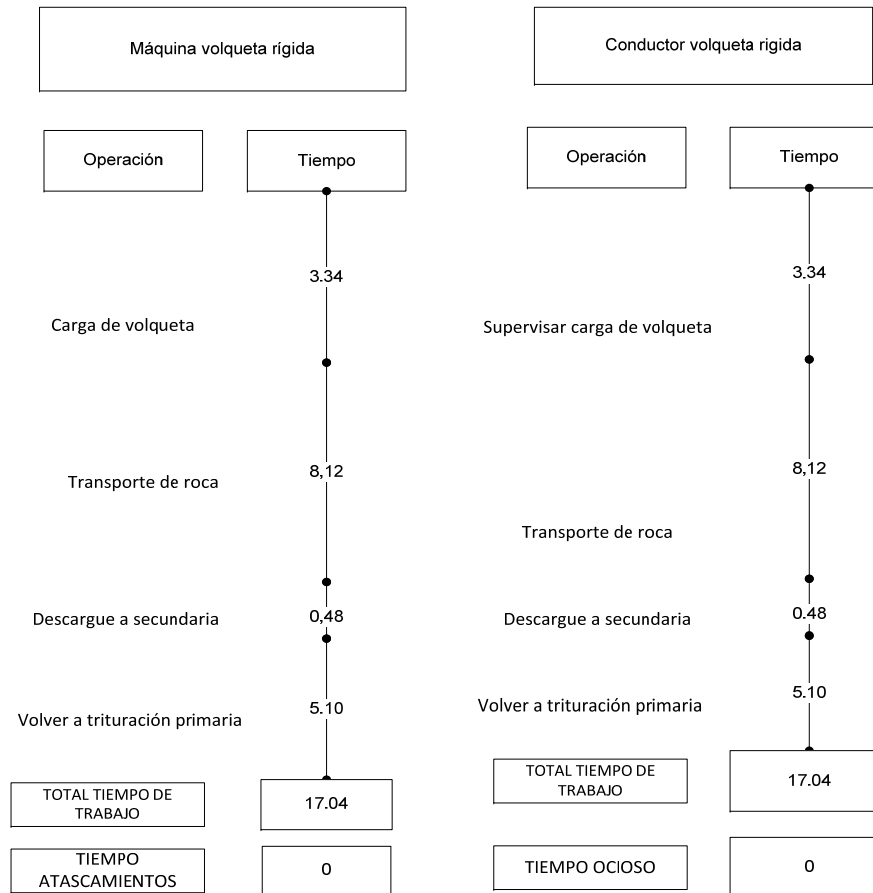
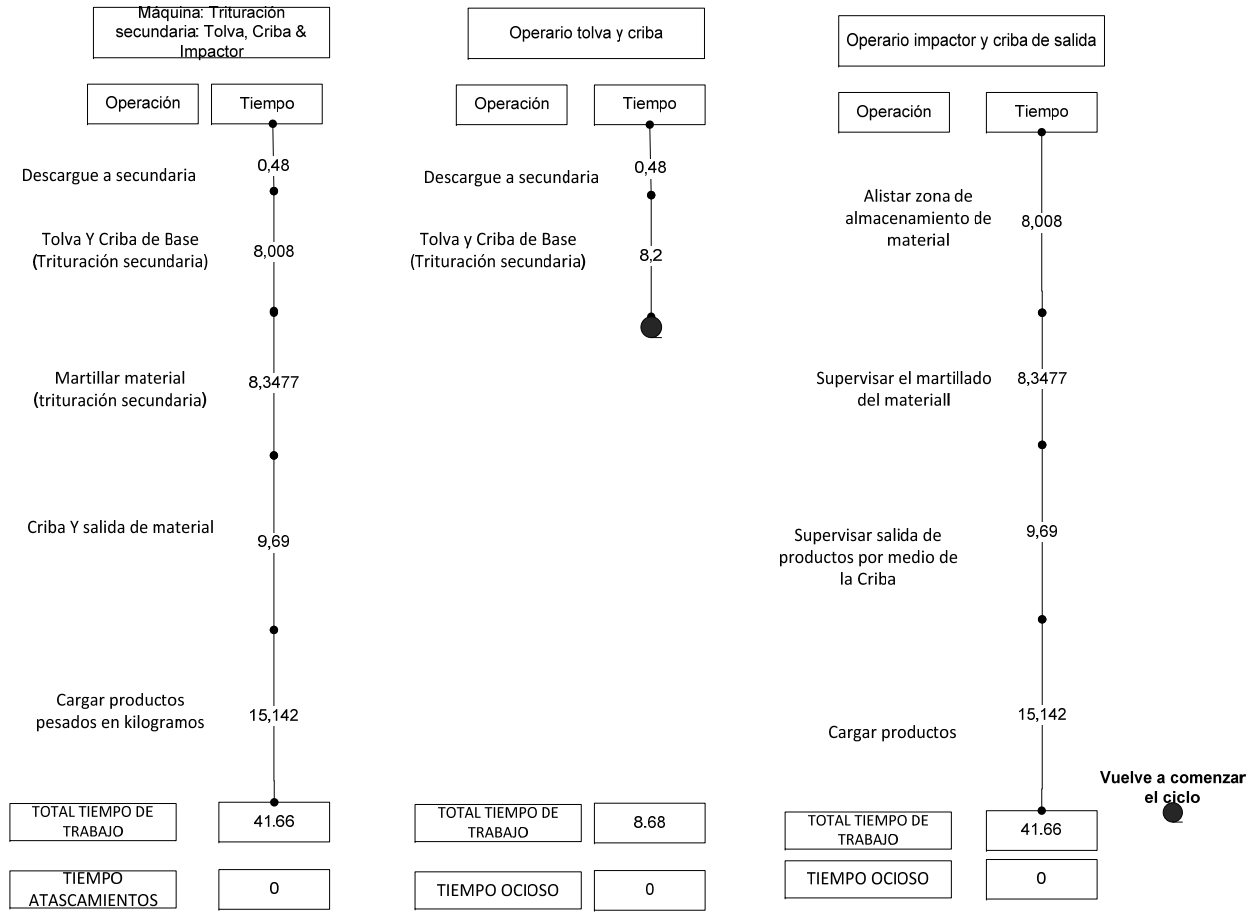




DIAGRAMA PROCESO DE GRUPO





Anexo 11: DIAGRAMA DE RELACIONES

DIAGRAMA DE INTERRELACIONES

Proceso: Explotación Minera	Observaciones:
Planta: Cantera Villeta	
Fecha: Diciembre de 2008	

Actividad	
Remoción de estériles	A
Explotar y fracturar cara de la roca	E
Repicar roca	E U
Cargar a primaria	E U U
Trituración primaria	E U U U
Transporte a secundaria	E U U U U
Descargue a secundaria	E U U U U U
Inspección para evitar atascamientos	E U U U U U
Martillar material	E U U U
Criba y salida de productos	E
Cargar productos pesados en kilogramos	A

Página 1

Relación				
Absolutamente necesaria	A	4	A	Vital que se realice para continuar con secuencia.
Especialmente importante	E	3	E	Controla la secuencia de operaciones.
Importante	I	2	I	Permite la secuencia de las operaciones
Ordinario	O	1	O	Actividad sin mayor impacto en la secuencia.
(U) No importante	U	0	U	Actividad omitible.
(X) No deseable	X	-1	X	Actividad que retrasa el flujo del proceso



Anexo 12: DIAGRAMA DE FRECUENCIAS

ANEXO 12 : DIAGRAMA DE FRECUENCIA CON PESO Y DISTANCIA						
Proceso: Explotación Minera					Situación Actual	
Lugar: Cantera Salitre Blanco. Villeta, Cundinamarca					Observaciones:	
Diagramó: Fabian Basabe, Manuela Bejarano.						
Fecha: Diciembre de 2008						
ACTIVIDAD	NOMENCLATURA	DURACIÓN (min)	PESO (min)	DISTANCIA (m)	ACTIVIDAD PREDECESORA	ACTIVIDAD INMEDIATAMENTE POSTERIOR
Remoción de estériles	A	34,83	119,04	0		B
Explotar y fracturar cara de la roca	B	26,74	84,21	0	A	C
Repicar roca	C	6,15	57,47	0	B	D
cargar a primaria	D	0,70	57,47	90	C	E
Trituración primaria	E	6,70	50,63	0	E	G
Descarga a secundaria	F	0,48	43,93	700	F	H
Tolva y criba de base	G	8,01	43,45	0	G	I
Inspección para evitar atascamientos	H	2,26	35,44	0	H	J
Martillar el material	I	8,35	33,18	0	I	K
Criba y salida de productos	J	9,69	24,832	0	J	L
Cargar productos pesados en kilogramos	K	15,14	15,142	50	K	M

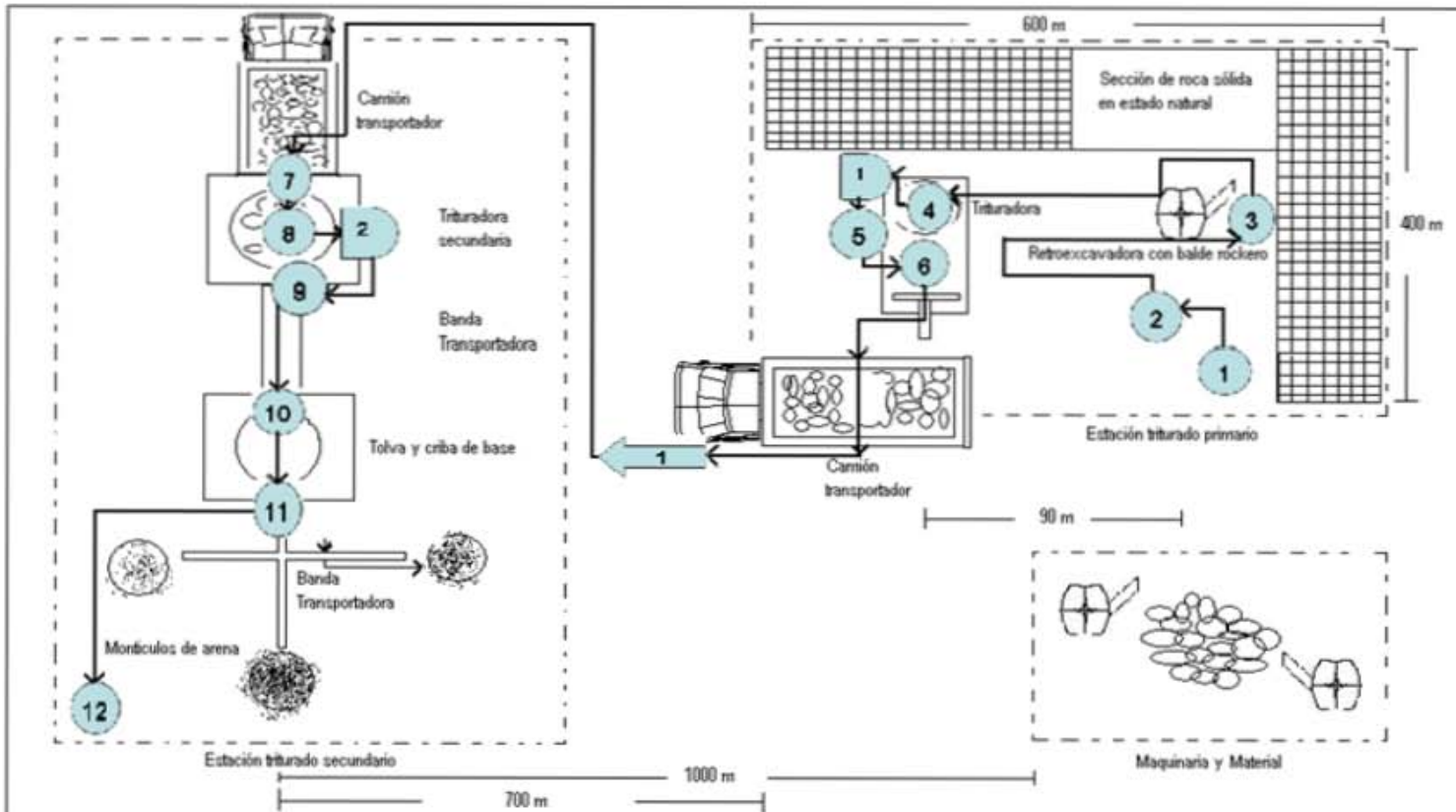


Anexo 13: TABLA DE FRECUENCIAS

Gráfico Tabla de frecuencias.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	TOTAL
A												0
B	1											1
C		1										1
D			1									1
E				1								1
F					1							1
G						1						1
H							1					1
I								1				1
J									1			1
K										1		1
TOTAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	

Anexo 14: DIAGRAMA DE RECORRIDO

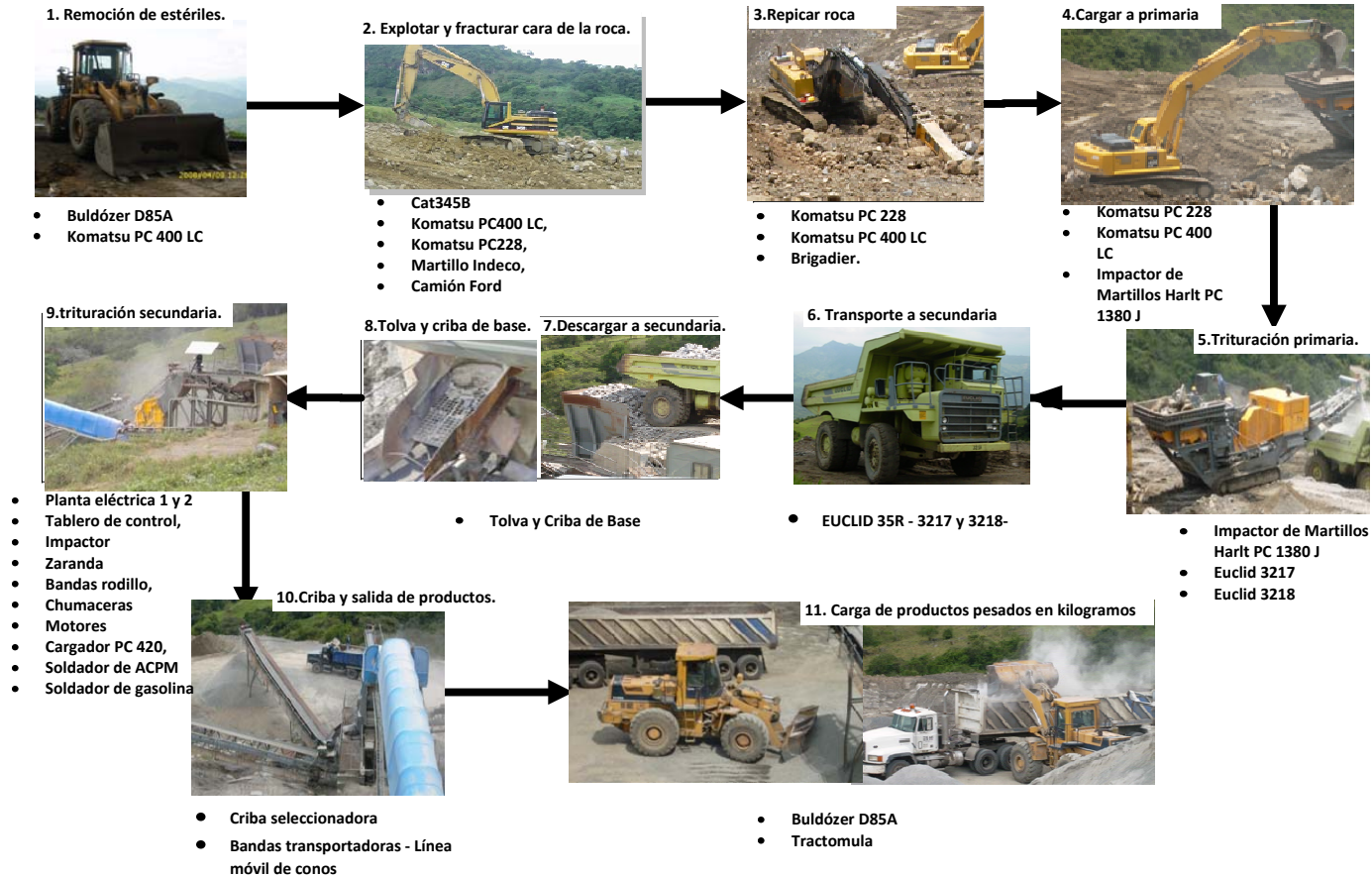


Fecha: 25/03/08	Desde: Obtención de la piedra natural	Firma
Elaborado por: Fabian Basabe Manuela Bejarano	Hasta: Obtención de diferentes tipos de arena	

Anexo 15: DIAGRAMA DE MÁQUINAS

GRUPO AGUILAR - AGUILAR CONTRUCCION & ALTRON S.A.
DIAGRAMA DE MÁQUINAS

Diagramó: Fabián Basabe Fecha: 15-02-2009 Proceso: Explotación Minera – Cantera Salitre Blanco	Número Máquinas: Físicas 14 Número de Máquinas Humanas: 13 Diagrama No. 1 Hoja 1/1	Observaciones: 1. 2.
--	--	----------------------------

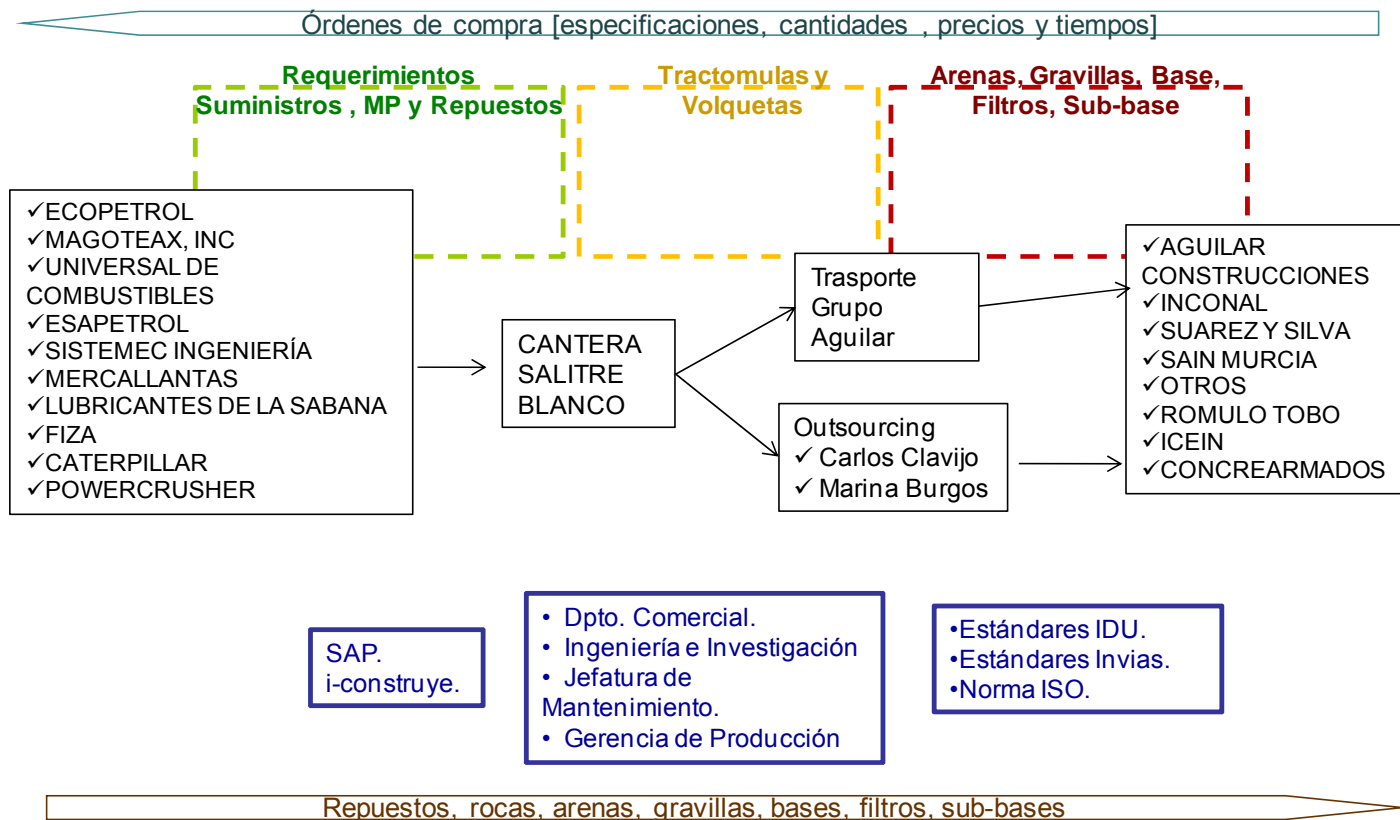




Anexo 16: EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE MANTENIMIENTO.

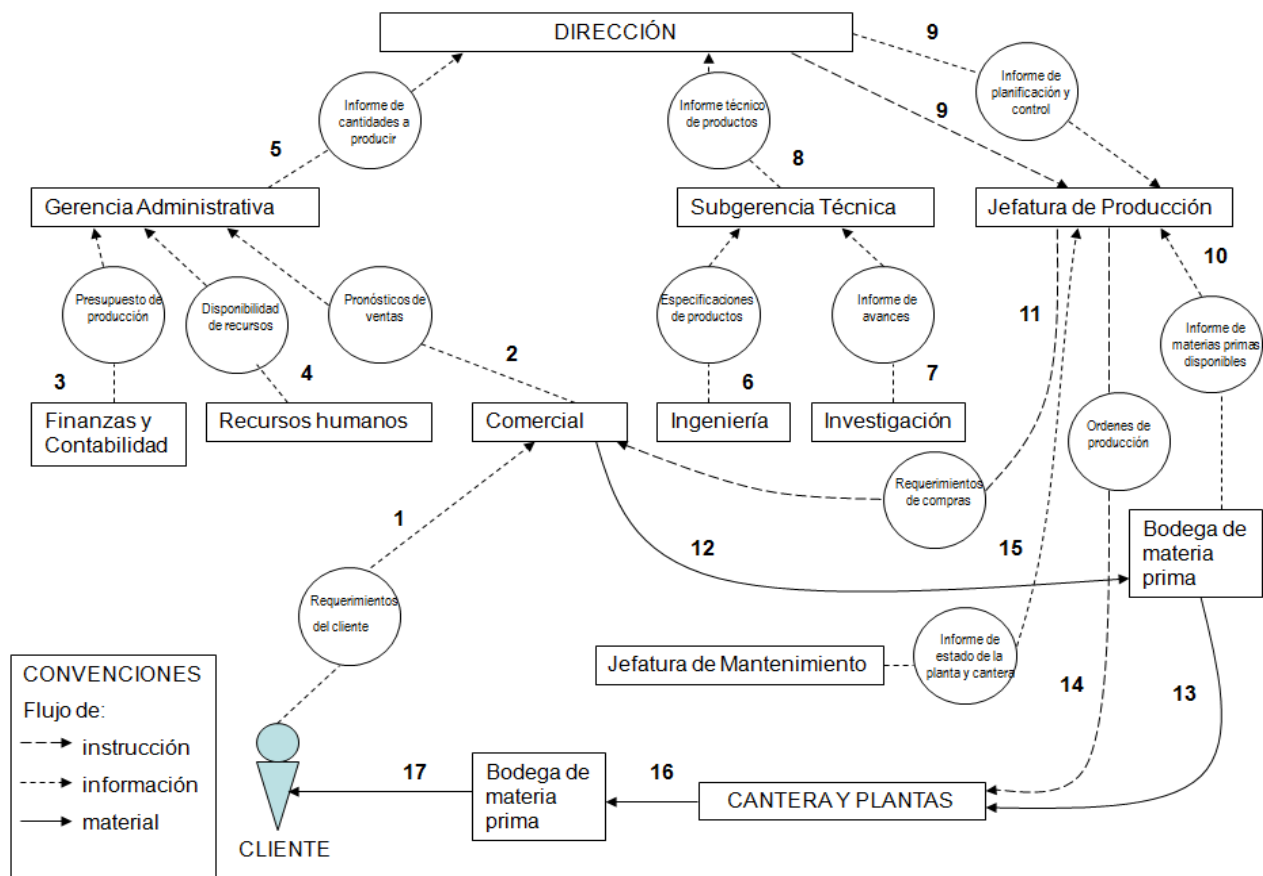
Técnicas orientadas al:			
Cuidado físico de la maquinaria		Cuidado del servicio que proporciona la máquina	
,,, -1914	1914-1950	1950-1970	1970-,,,
Correctivo (MC)	Preventivo (MP)	Productivo (PM)	Productivo Total (TPM)
Enfóque máquina	Enfoque Máquina	Enfoque al servicio que prestan las máquinas	Enfoque al servicio que prestan las máquinas
Sólo se intervenía en caso de paro o falla importante	Con establecimiento de algunas labores preventivas	Importancia de la fiabilidad para al entrega del servicio al cliente. Se busca la eficiencia económica en el diseño de la planta	Lograr eficiencia PM a través de un sistema comprensivo y participativo total de los empleados de producción y mantenimiento.

Anexo 17: GRÁFICO DE LA CADENA DE VALOR

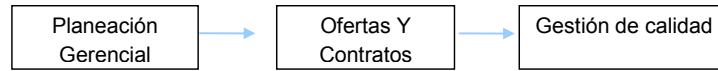




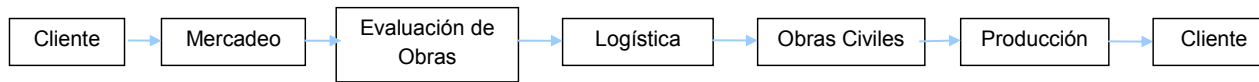
Anexo 18: FLUJOS DEL PROCESO PRODUCTIVO



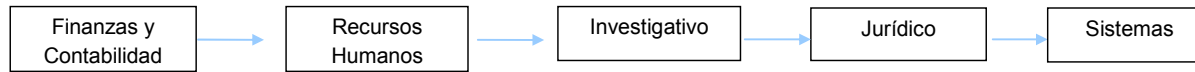
PROCESOS ESTRATÉGICOS



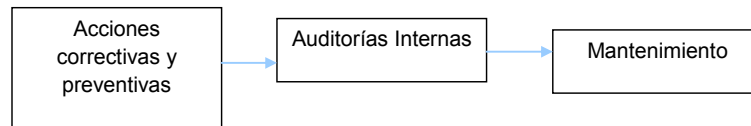
PROCESOS OPERATIVOS



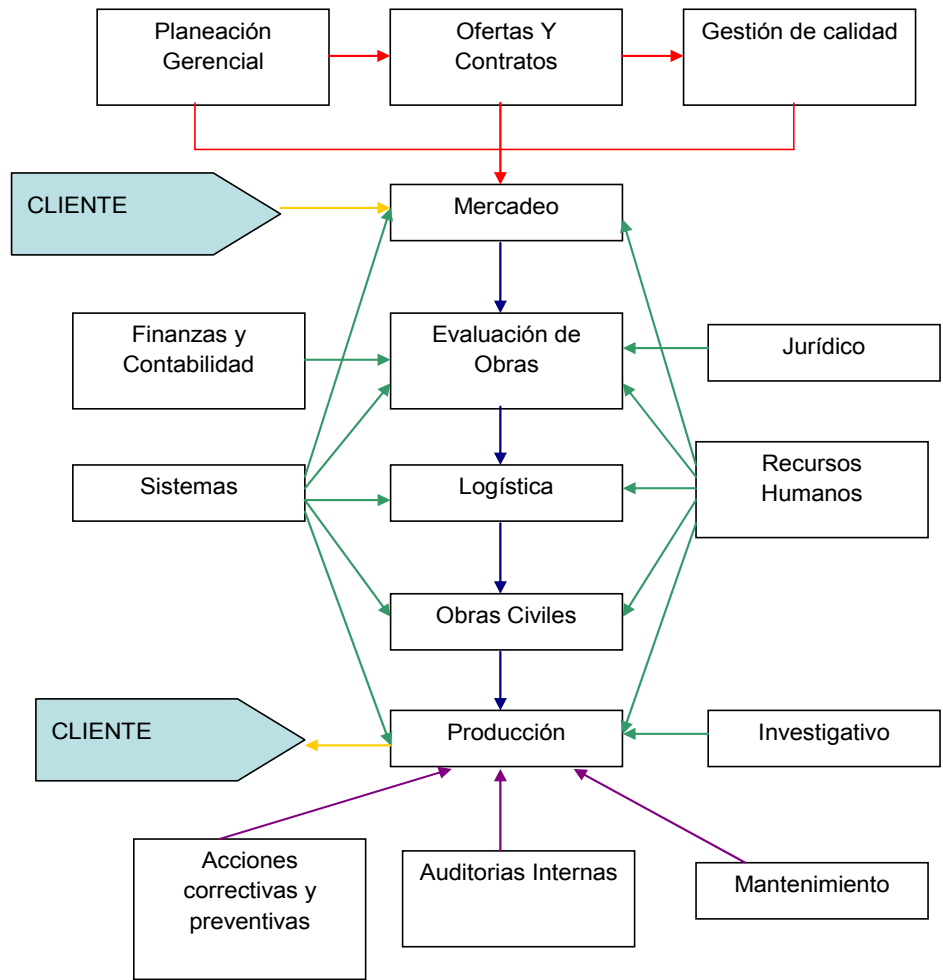
PROCESOS DE APOYO



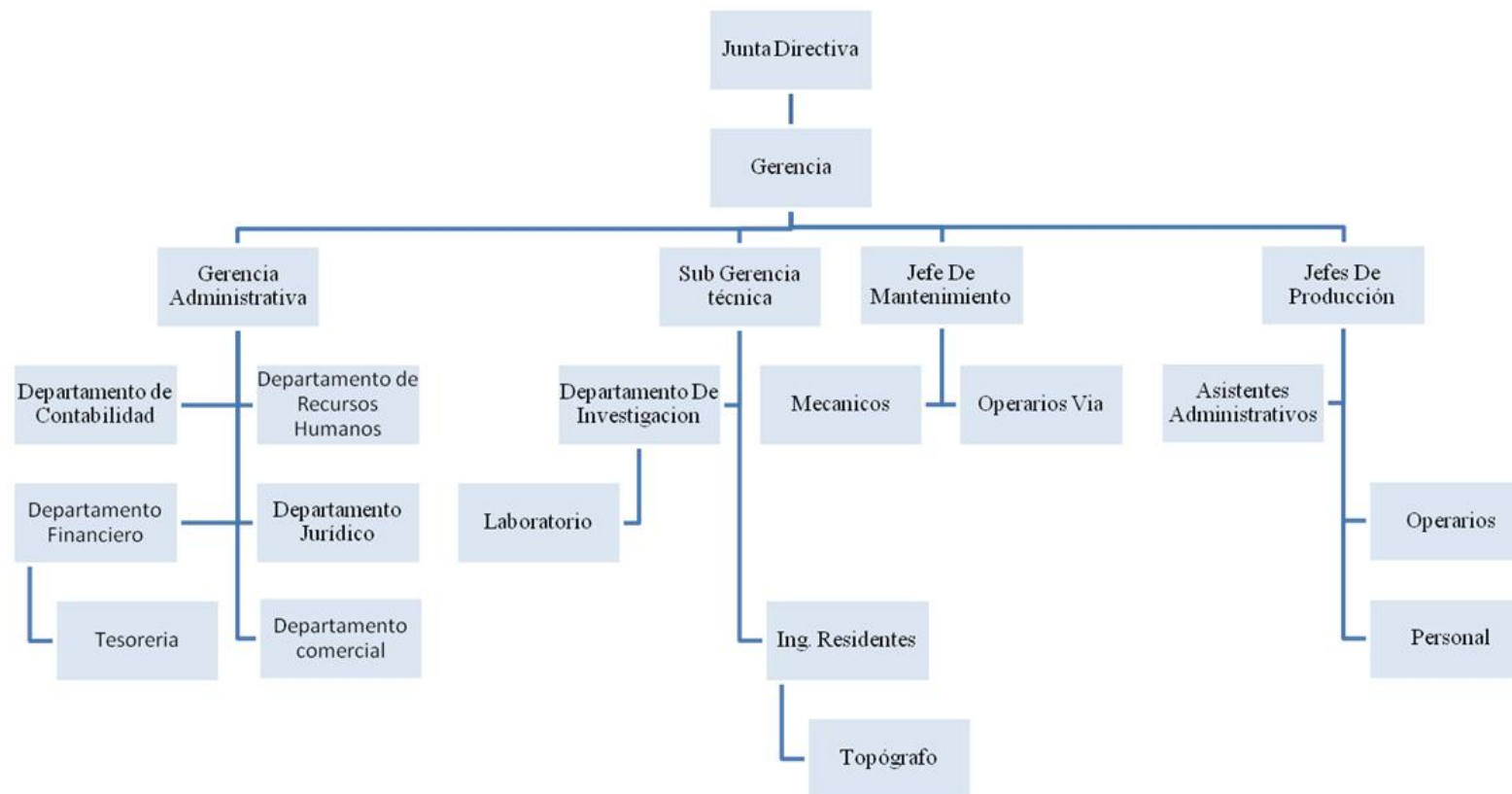
PROCESOS DE MEJORAMIENTO Y CALIDAD



MAPA DE PROCESOS

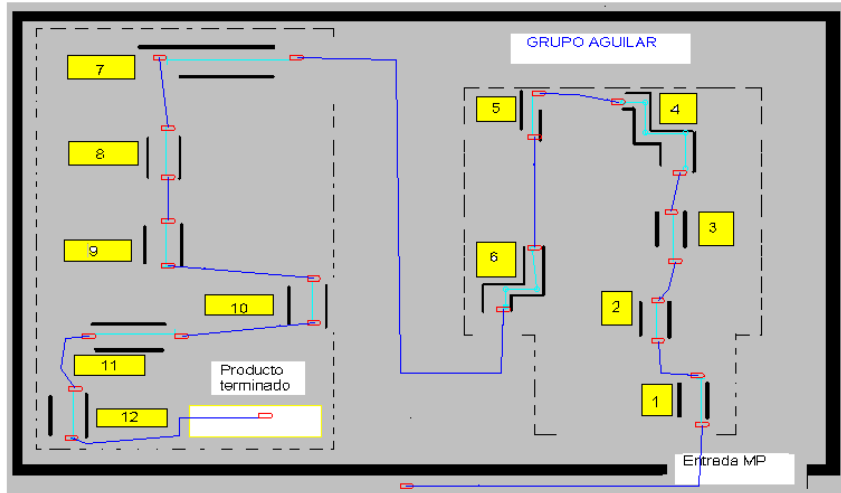


Anexo 19: ORGANIGRAMA



Anexo 20: SOFTWARE DE SIMULACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN.

A partir de una versión animada de las estaciones de trabajo dentro de la planta de producción. Para esta primera versión de la simulación fue necesario agregar una restricción con respecto al tiempo de transporte de la materia prima de una estación de trabajo a otra. Según el flujo real del proceso y la estimación de los miembros del grupo se decidió seleccionar un tiempo promedio de transporte de estación a estación de 1 minuto. A continuación, se muestran los resultados después de correr el simulador con esta restricción:

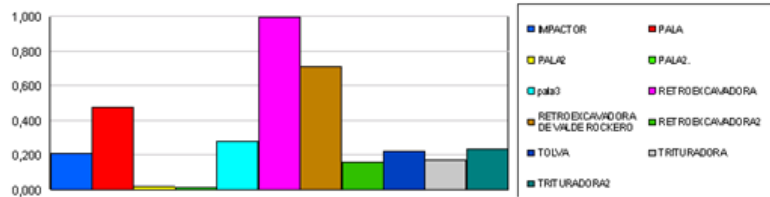


Queue				
Time				
Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
CARGA.Queue	0.03690462	(Insufficient)	0.00	0.1240
CARGUE.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
DESATASQUE.Queue	0.03527740	(Insufficient)	0.00	0.1617
DESATASQUE2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
DESCARGA.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
FRACTURACION.Queue	0.00461886	(Insufficient)	0.00	0.04927007
MARTILLADO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
REMOCION DE ESTERILES.Queue	3.6851	(Insufficient)	0.00	7.2077
REPIACION.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SELECCION.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
TRITURACION	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
SECUNDARIA.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
TRITURACION.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Resource

Usage

Scheduled Utilization	Value
IMPACTOR	0.2065
PALA	0.4731
PALA2	0.01655228
PALA2.	0.01073446
pala3	0.2801
RETROEXCAVADORA	0.9979
RETROEXCAVADORA DE VALDE ROCKERO	0.7092
RETROEXCAVADORA2	0.1556
TOLVA	0.2231
TRITURADORA	0.1716
TRITURADORA2	0.2362



De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye la información de las tablas siguientes:

Actividad	Tiempo de espera	porcentaje de espera sobre espera total del sistema
carga	0,03690462	0,099937226
desatasque	0,0352774	0,095530736
desatasque 2	0	0
Descarga a secundaria	0	0
Fracturación	0,00461886	0,012507812
Martillado	0	0
Remoción de esteriles	37	99,79202423
Repicado	0	0
Selección	0	0
Trituración secundaria	0	0
Trituración primaria	0	0

Máquina/Herramienta	Utilización de la herramienta (%)
Impactor	20,650%
pala	47,310%
pala2	1,655%
pala2	1,073%
pala3	28,010%
Retroexcavadora	99,790%
Retroexcavadora de valde roquero	70,920%
Retroexcavadora 2	15,560%
Tolva Y Criba de bBase	22,310%
Trituración primaria	17,160%
Trituración secundaria	23,620%

Anexo 21: TIEMPOS DE MAQUINARIA EN TALLER.

Dias laborales	23
Horas al día	8
Total Horas/mes	184

EQUIPO	%Taller	HORAS	%Taller	HORAS	%Taller	HORAS	%Taller	HORAS	%Taller	HORAS	%Taller	HORAS	Total real	Reducción	Ahorro
Komats u PC 400	0,09	16,14	0,74	136,98	0,01	2,70	0,14	25,82	0,03	4,91	0,05	9,18	196,79	167,27	29,52
Komats u PC 280	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	12,60	0,05	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00	22,83	19,40	3,42
Euclid 3217	0,02	3,35	0,00	0,00	0,06	10,82	0,25	45,87	0,09	16,24	0,06	10,19	86,93	52,16	34,77
Euclid 3218	0,44	80,70	0,11	19,37	0,90	165,16	0,46	85,27	1,00	184,00	0,90	166,17	704,47	422,68	281,79
Brigadier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	11,70	0,33	60,54	0,09	17,17	0,13	23,00	113,02	96,07	16,95
Buldocer D85A	0,87	159,79	0,68	125,89	1,00	184,00	1,00	184,00	0,73	134,93	0,00	0,00	792,90	673,97	118,94
Akerman	1,00	184,00	0,17	30,95	0,98	180,71	0,72	132,94	1,00	184,00	0,53	97,87	814,87	692,64	122,23
Martillo Indeco #2	0,00	0,00	0,06	10,13	0,16	29,59	0,01	1,16	0,25	46,00	0,10	18,40	105,85	89,97	15,88
Cat 345	0,31	56,62	1,00	184,00	0,45	82,36	0,21	39,38	0,38	70,58	0,53	98,04	533,85	320,31	213,54
Martillo Indeco #1	0,45	82,90	1,00	184,00	0,00	0,00	0,39	72,62	0,00	0,00	0,16	29,05	370,58	315,00	55,59
Trituradora Hart	0,04	8,09	0,13	23,63	0,04	7,05	0,09	16,89	0,04	7,51	0,09	16,76	80,37	48,22	32,15
Trituracion Estacionaria	0,10	18,04	0,28	51,23	0,44	80,30	0,39	71,34	0,43	78,51	0,56	102,71	404,31	242,58	161,72
Planta Electrica	0,00	0,00	0,04	8,18	0,00	0,00	0,04	7,49	1,00	184,00	0,00	0,00	200,75	120,45	80,30
cargador PC 420	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	6,40	0,01	1,49	0,17	31,72	0,01	1,91	41,76	35,49	6,26
Linea movil cono	1,00	184,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	124,86	0,00	0,00	0,13	24,31	334,98	200,99	133,99
Planta Electrica 2	0,20	36,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	120,00	0,00	0,00	0,24	43,88	201,97	171,67	30,29
Tablero de control 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cono secundario	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zaranda 2	0,14	26,29	0,64	118,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	145,24	123,45	21,79
Soldador Gasolina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	46,75	0,00	0,00	0,05	9,62	56,68	48,18	8,50
Soldador ACPM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	184,00	1,00	184,00	0,04	6,62	376,66	320,16	56,50
Estdo Del Tiempo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Camion Ford	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Horas/mes		856,89		892,53		773,39		1230,52		1143,56		657,73	5584,81	4160,67	1424,14

CUADRO RESUMEN							
TOTAL DE HR EN EL MES	856,89	892,53	773,39	1230,52	1143,56	657,73	5554,62
PROMEDIO POR MÁQUINA	37,26	38,81	33,63	53,50	49,72	28,60	241,51
Número máquina por mes	12	11	12	18	13	15	81,00
REDUCCIÓN TIEMPOS TOTALES	514,13	535,52	464,03	738,31	686,14	394,64	3332,77
REDUCCION TIEMPO POR MÁQUINA	22,35	23,28	20,18	32,10	29,83	17,16	144,90

Anexo 22: COSTOS DEL MANTENIMIENTO.

Maquinaria Prioritaria.	Frecuencia de aparición en pareto[veces]	Tiempo Total[Hr]
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	2	62
VOLQUETA DUMPER # 3217	3	111
PLANTA ELÉCTRICA	1	13
TRITURADORA ESTACIONARIA	5	492
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	2	127
VOLQUETA DUMPER # 3218	2	142
RETROEXCAVADORA AKERMAN	1	114
TRITURADORA HARLT	0	7

Mano De Obra

NÚMERO EMPLEADOS	23,00
SALARIO PROMEDIO	3.738.086,09
HORAS TRABAJADAS/DIA	8,00
NÚMERO DE DIAS TRABAJADOS/MES	23,00

TOTAL DE EMPLEADOS	
SALARIO TOTAL POR EMPLEADO/MES	\$ 85.975.980,00
COSTO POR DÍA	\$ 3.738.086,09
COSTO POR HORA	\$ 467.260,76

TOTAL POR EMPLEADO	
COSTO POR DÍA	\$ 162.525,48
COSTO POR HORA	\$ 20.315,69

Maquinaria Prioritaria.	No. Empleado	Costo Total
TRITURADORA ESTACIONARIA	2	\$ 19.994.020,24
VOLQUETA DUMPER # 3217	1	\$ 2.246.576,19
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	2	\$ 5.146.640,26
VOLQUETA DUMPER # 3218	1	\$ 2.888.213,25
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	1	\$ 2.310.909,20
PLANTA ELÉCTRICA	1	\$ 138.146,66
TRITURADORA HARLT	3	\$ 414.439,98
TOTAL	7	\$ 33.138.945,79

Maquinaria

ALQUILER DE EQUIPOS	
COSTO PROMEDIO DE ALQUILER/MES	\$ 30.671.145,00
MESES ANALIZADOS	8
COSTO POR DÍA	\$ 1.333.528,04
COSTO POR HORA	\$ 166.691,01

Maquinaria Prioritaria.	Horas detenida	Costo Total
TRITURADORA ESTACIONARIA	492	\$ 82.025.865,59
VOLQUETA DUMPER # 3217	111	\$ 18.433.247,02
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	127	\$ 21.114.194,02
VOLQUETA DUMPER # 3218	142	\$ 23.697.904,61
PLANTA ELÉCTRICA	13	\$ 2.097.528,49
TRITURADORA HARLT	7	\$ 1.133.498,84
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	62	\$ 10.334.842,34
TOTAL	953	\$ 158.837.080,90

MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA	
COSTO PROMEDIO DE MANTENIMIENTO/MES	\$ 267.717.070,00
MESES ANALIZADOS	8
COSTO POR DÍA	\$ 11.639.872,61
COSTO POR HORA	\$ 1.454.984,08

Maquinaria Prioritaria.	Horas detenida	Costo Total
TRITURADORA ESTACIONARIA	492	\$ 715.973.414,11
VOLQUETA DUMPER # 3217	111	\$ 160.896.989,08
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	127	\$ 184.297.982,97
VOLQUETA DUMPER # 3218	142	\$ 206.850.236,15
PLANTA ELÉCTRICA	13	\$ 18.308.549,62
TRITURADORA HARLT	7	\$ 9.893.891,72
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	62	\$ 90.209.012,72
TOTAL	953	\$ 1.386.430.076,37

PRODUCCIÓN

COSTO DE PRODUCCIÓN	
COSTO PROMEDIO DE PRODUCCIÓN	\$ 616.239.265,00
TOTAL MAQUINARIA	30
COSTO POR EQUIPO/MES	\$ 20.541.308,83
COSTO POR DÍA	\$ 893.100,38
COSTO POR HORA	\$ 111.637,55

Maquinaria Prioritaria.	Horas detenida	Costo Total
TRITURADORA ESTACIONARIA	492	\$ 54.934.976,75
VOLQUETA DUMPER # 3217	111	\$ 12.345.252,18
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	127	\$ 14.140.756,08
VOLQUETA DUMPER # 3218	142	\$ 15.871.138,08
PLANTA ELÉCTRICA	13	\$ 1.404.772,48
TRITURADORA HARLT	7	\$ 759.135,33
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	62	\$ 6.921.527,98
TOTAL	953	\$ 106.377.558,87

INVENTARIOS

INVENTARIOS	
COSTO PROMEDIO DE INVENTARIOS	\$ 220.812.907,50
TOTAL MAQUINARIA	30
COSTO POR EQUIPO/MES	\$ 7.360.430,25
COSTO POR DIA	\$ 320.018,71
COSTO POR HORA	\$ 40.002,34

Maquinaria Prioritaria.	Veces mtto	Costo Total
TRITURADORA ESTACIONARIA	101	\$ 4.040.236,17
VOLQUETA DUMPER # 3217	3	\$ 120.007,01
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	44	\$ 1.760.102,89
VOLQUETA DUMPER # 3218	1	\$ 40.002,34
PLANTA ELÉCTRICA	5	\$ 200.011,69
TRITURADORA HARLT	16,5	\$ 660.038,58
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	13	\$ 520.030,40
TOTAL	183,5	\$ 7.340.429,08

CALIDAD

COSTO DE REPROCESO	
COSTO PROMEDIO DE PRODUCCION	\$ 92.435.889,75
TOTAL MAQUINARIA	30
COSTO POR EQUIPO/MES	\$ 3.081.196,33
COSTO POR DIA	\$ 133.965,06
COSTO POR HORA	\$ 16.745,63

Maquinaria Prioritaria.	Reprocesos	Costo Total
TRITURADORA ESTACIONARIA	91	\$ 1.523.852,53
VOLQUETA DUMPER # 3217	0	\$ 0,00
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	20	\$ 334.912,64
VOLQUETA DUMPER # 3218	0	\$ 0,00
PLANTA ELÉCTRICA	0	\$ 0,00
TRITURADORA HARLT	78	\$ 1.306.159,31
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	55	\$ 921.009,77
TOTAL	244	\$ 4.085.934,26

Impacto En La Cadena

Basándose en las eficiencias de máquina se calculan los costos propuestos de acuerdo a la implementación del plan de mantenimiento para la maquinaria.

Maquinaria	Utilización de máquina	Eficiencia de máquina	Utilización efectiva
TRITURADORA ESTACIONARIA	71,69%	82,56%	59,19%
VOLQUETA DUMPER # 3217	57,58%	78,29%	45,08%
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	64,63%	80,66%	52,13%
VOLQUETA DUMPER # 3218	57,58%	78,29%	45,08%
PLANTA ELÉCTRICA	79,40%	84,26%	66,90%
TRITURADORA HARLT	76,18%	83,59%	0,00%
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	79,40%	84,26%	66,90%

EQUIPO	Total Mantenimiento	Eficiencia	Tiempo propuesto	Eficiencia Propuesta	Ahorro
Komats u PC 400	196,79	0,85	185,86	0,90	10,93
Komats u PC 280	22,83	0,85	21,56	0,90	1,27
Euclid 3217	86,93	0,78	84,64	0,80	2,30
Euclid 3218	704,47	0,78	685,85	0,80	18,62
Brigadier	113,02	0,85	106,74	0,90	6,28
Buldocer D85A	792,90	0,85	748,85	0,90	44,05
Akerman	814,87	0,85	769,60	0,90	45,27
Martillo Indeco #2	105,85	0,85	99,97	0,90	5,88
Cat 345	533,85	0,84	526,67	0,85	7,18
Martillo Indeco #1	370,58	0,85	349,99	0,90	20,59
Trituradora Hart	80,37	0,84	79,19	0,85	1,18
Trituración Estacionaria	404,31	0,83	397,57	0,84	6,73
Planta Electrica	200,75	0,84	198,05	0,85	2,70
cargador PC 420	41,76	0,85	39,44	0,90	2,32
Línea móvil conos	334,98	0,81	328,04	0,82	6,94
Planta Electrica 2	201,97	0,85	190,75	0,90	11,22
Tablero de control 2	0,00	0,85	0,00	0,90	0,00
Cono secundario	0,00	0,85	0,00	0,90	0,00
Zaranda 2	145,24	0,85	137,17	0,90	8,07
Soldador Gasolina	56,68	0,85	53,53	0,90	3,15
Soldador ACPM	376,66	0,85	355,73	0,90	20,93
Estdo Del Tiempo	0,00	0,85	0,00	0,90	0,00
Camion Ford	0,00	0,85	0,00	0,90	0,00
Total Horas/mes	5584,81	4663,00	5359,20	4663,00	225,60

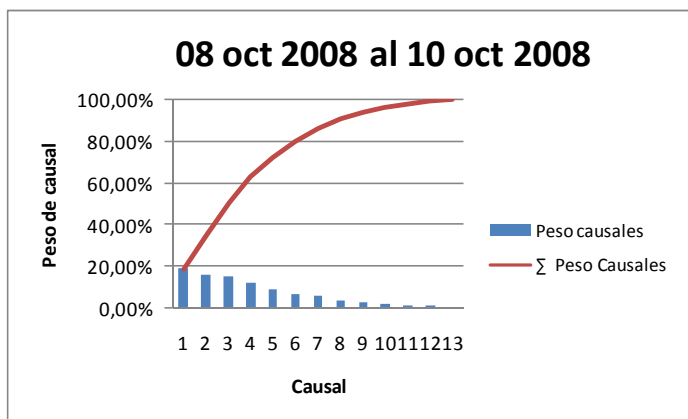
TOTAL PORCENTUAL	83,49%	87,01%
No. Empleados	7,00	6,72

MES	Fecha Límite	Volumen de producción	Volumen producción propuesto	BENEFICIO	Ventas Netas	Ventas propuestas	BENEFICIO
Enero	31/01/2008	1935,0	2016,5	81,5	\$ 78.822.000,00	\$ 82.140.132,48	\$ 3.318.132,48
Febrero	29/02/2008	3355,8	3497,1	141,3	\$ 131.299.130,00	\$ 136.826.367,41	\$ 5.527.237,41
Marzo	31/03/2008	2868,5	2989,2	120,8	\$ 114.618.109,00	\$ 119.443.133,36	\$ 4.825.024,36
Abril	30/04/2008	3480,6	3627,1	146,5	\$ 145.123.651,00	\$ 151.232.852,74	\$ 6.109.201,74
Mayo	30/05/2008	3572,0	3722,4	150,4	\$ 145.616.788,00	\$ 151.746.749,10	\$ 6.129.961,10
Junio	27/06/2008	3102,6	3233,2	130,6	\$ 125.588.622,00	\$ 130.875.466,86	\$ 5.286.844,86
Julio	31/07/2008	22779,3	23738,3	958,9	\$ 22.779,33	\$ 23.738,26	\$ 958,93
Agosto	30/08/2008	3845,4	4007,3	161,9	\$ 146.839.390,00	\$ 153.020.818,39	\$ 6.181.428,39
Total		44939,3	46831,1	1891,8	\$ 887.930.469,33	\$ 925.309.258,60	\$ 37.378.789,27

Costos Propuestos	MANO OBRA	MAQUINARIA	MANTENIMIENTO	PRODUCCIÓN	INVENTARIOS	REPROCESO
TRITURADORA ESTACIONARIA	\$ 19.194.259,43	\$ 60.611.707,81	\$ 493.712.493,30	\$ 40.564.498,21	\$ 2.836.563,21	\$ 2.836.563,21
VOLQUETA DUMPER # 3217	\$ 2.156.713,15	\$ 13.620.954,49	\$ 110.949.446,00	\$ 9.115.849,13	\$ 84.254,35	\$ 84.254,35
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	\$ 4.940.774,65	\$ 15.601.997,61	\$ 127.086.027,06	\$ 10.441.665,92	\$ 1.235.730,51	\$ 1.235.730,51
VOLQUETA DUMPER # 3218	\$ 2.772.684,72	\$ 17.511.189,42	\$ 142.637.343,53	\$ 11.719.396,09	\$ 28.084,78	\$ 28.084,78
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	\$ 2.218.472,83	\$ 1.549.935,29	\$ 12.624.993,48	\$ 1.037.297,08	\$ 140.423,92	\$ 140.423,92
PLANTA ELÉCTRICA	\$ 132.620,79	\$ 837.580,92	\$ 6.822.513,03	\$ 560.552,59	\$ 463.398,94	\$ 463.398,94
TRITURADORA HARLT	\$ 397.862,38	\$ 7.636.767,25	\$ 62.205.265,88	\$ 5.110.920,69	\$ 365.102,20	\$ 365.102,20
TOTAL	\$ 31.813.387,96	\$ 117.370.132,78	\$ 956.038.082,28	\$ 78.550.179,71	\$ 5.153.557,91	\$ 5.153.557,91
TOTAL REAL	\$ 33.138.945,79	\$ 158.837.080,90	\$ 1.386.430.076,37	\$ 106.377.558,87	\$ 7.340.429,08	\$ 4.085.934,26
AHORRO	\$ 1.325.557,83	\$ 41.466.948,11	\$ 430.391.994,08	\$ 27.827.379,16	\$ 2.186.871,17	\$ 882.800,47
VARIACIÓN	4,00%	26,11%	31,04%	26,16%	29,79%	21,61%

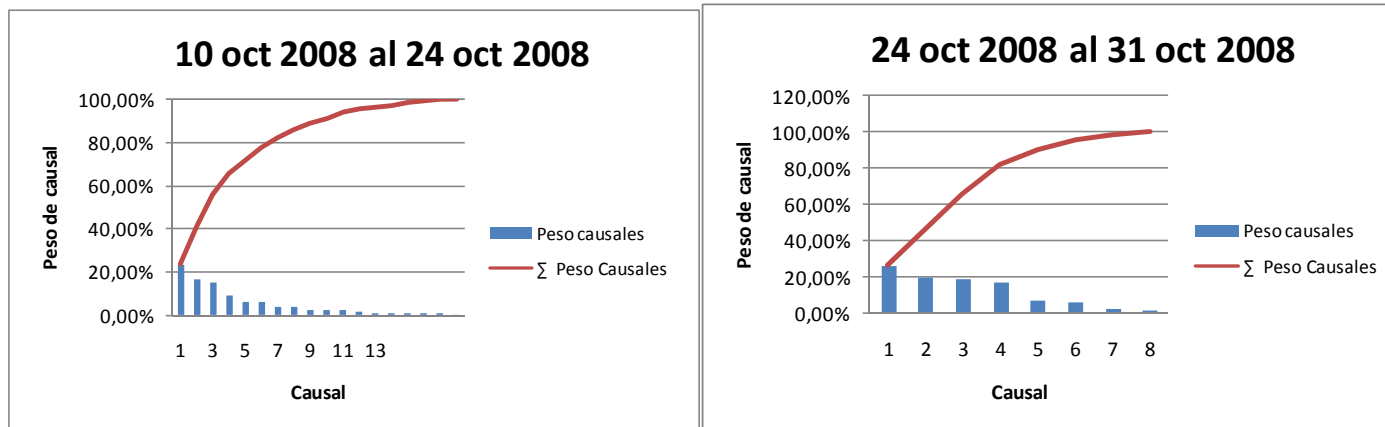
Anexo 23: INVENTÁRIOS JERARQUIZADOS POR RECURSOS.

No.	EQUIPO 08 oct 2008 al 10 oct 2008	Total Horas	Peso causales	Σ Peso Causales	Frecuencia relativa	Σ frecuencia relativa	Pto de corte
1	RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	19,5	19,23%	19,23%	7,69%	7,69%	26,92%
2	(en blanco)	16,3	16,02%	35,25%	7,69%	15,38%	50,64%
3	VOLQUETA DUMPER # 3217	15,5	15,28%	50,53%	7,69%	23,08%	73,61%
4	PLANTA ELÉCTRICA	12,6	12,41%	62,94%	7,69%	30,77%	93,71%
5	EQUIPO DE SOLDADURA	9,8	9,61%	72,56%	7,69%	38,46%	111,02%
6	TRITURADORA ESTACIONARIA	7,4	7,31%	79,87%	7,69%	46,15%	126,02%
7	VOLQUETA DUMPER # 3218	6,5	6,41%	86,28%	7,69%	53,85%	140,12%
8	MOTOSOLDADOR LINCON GASOLINA	4,3	4,19%	90,47%	7,69%	61,54%	152,01%
9	RETROEXCAVADORA KOMATSU PC 400-6	3,5	3,45%	93,92%	7,69%	69,23%	163,15%
10	MOTOR	2,0	1,97%	95,89%	7,69%	76,92%	172,81%
11	LÍNEA MÓVIL DE CONOS	1,7	1,64%	97,53%	7,69%	84,62%	182,15%
12	CARGADOR KOMATSU	1,5	1,48%	99,01%	7,69%	92,31%	191,32%
13	VOLQ DOBLETROQUE SRD 526	1,0	0,99%	100,00%	7,69%	100,00%	200,00%

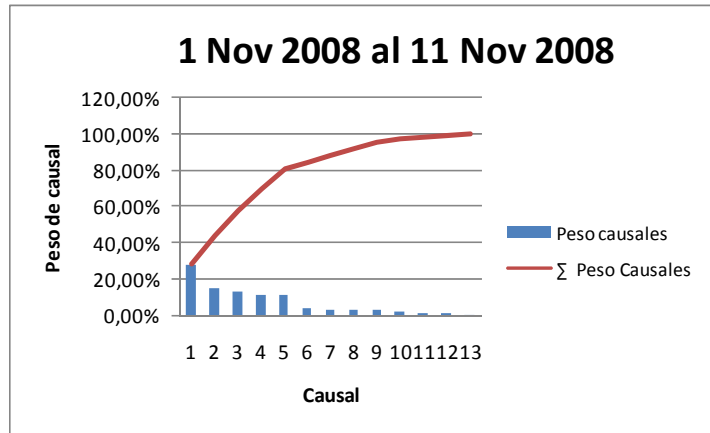


No.	EQUIPO 10 oct 2008 al 24 oct 2008	Total Horas	Peso causales	∑ Peso Causales	frecuencia relativa	∑ frecuencia relativa	Pto de corte
1	LÍNEA MÓVIL DE CONOS	83,6	23,38%	23,38%	5,56%	5,56%	28,94%
2	(en blanco)	61,3	17,13%	40,51%	5,56%	11,11%	51,62%
3	TRITURADORA ESTACIONARIA	55,3	15,45%	55,97%	5,56%	16,67%	72,63%
4	RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	34,0	9,51%	65,48%	5,56%	22,22%	87,70%
5	VOLQUETA DUMPER # 3217	22,3	6,22%	71,70%	5,56%	27,78%	99,48%
6	RETROEXCAVADORA AKERMAN	21,8	6,08%	77,79%	5,56%	33,33%	111,12%
7	RETROEXCAVADORA KOMATSU PC 450	15,5	4,34%	82,12%	5,56%	38,89%	121,01%
8	MARTILLO HIDRAULICO INDECO	14,0	3,92%	86,04%	5,56%	44,44%	130,48%
9	VOLQUETA DUMPER # 3218	9,5	2,66%	88,69%	5,56%	50,00%	138,69%
10	MOTOSOLDADOR LINCON GASOLINA	9,0	2,52%	91,21%	5,56%	55,56%	146,77%
11	EQUIPO DE SOLDADURA	8,8	2,47%	93,68%	5,56%	61,11%	154,79%
12	CARGADOR KOMATSU	5,5	1,54%	95,22%	5,56%	66,67%	161,89%
13	PLANTA ELÉCTRICA 1	4,1	1,14%	96,36%	5,56%	72,22%	168,59%
14	TRITURADORA DE MANIBULAS HARLT	3,5	0,98%	97,34%	5,56%	77,78%	175,12%
15	HIDROLAVADORA	3,0	0,84%	98,18%	5,56%	83,33%	181,52%
16	MEZCLADORA	3,0	0,84%	99,02%	5,56%	88,89%	187,91%
17	PLANTA ELÉCTRICA 2	2,5	0,70%	99,72%	5,56%	94,44%	194,16%
18	RETROEXCAVADORA KOMATSU PC 400-6	1,0	0,28%	100,00%	5,56%	100,00%	200,00%

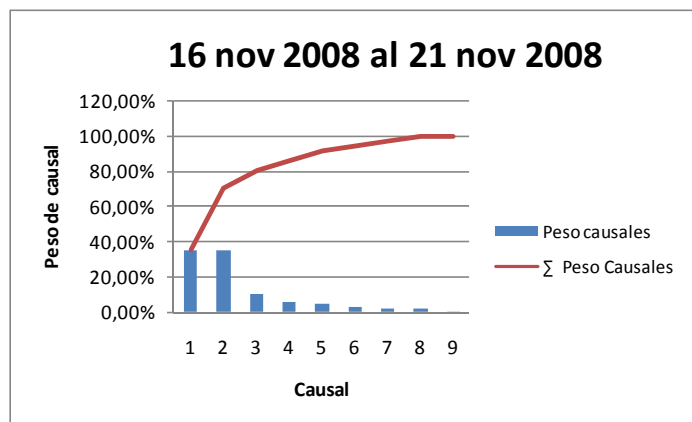
No.	EQUIPO - 24 oct 2008 al 31 oct 2008	Total Horas	Peso causales	∑ Peso Causales	frecuencia relativa	∑ frecuencia relativa	Pto de corte
1	TRITURADORA ESTACIONARIA	42,8	26,34%	26,34%	12,50%	12,50%	38,84%
2	RETROEXCAVADORA AKERMAN	31,8	19,56%	45,90%	12,50%	25,00%	70,90%
3	VOLQUETA DUMPER # 3217	31,3	19,25%	65,15%	12,50%	37,50%	102,65%
4	RETROEXCAVADORA KOMATSU PC 400-6	27,3	16,84%	81,98%	12,50%	50,00%	131,98%
5	VOLQUETA DUMPER # 3218	12,5	7,70%	89,68%	12,50%	62,50%	152,18%
6	LÍNEA MÓVIL DE CONOS	9,8	6,01%	95,69%	12,50%	75,00%	170,69%
7	RETROEXCAVADORA KOMATSU PC 450	4,5	2,77%	98,46%	12,50%	87,50%	185,96%
8	PLANTA ELECTRICA 2	2,5	1,54%	100,00%	12,50%	100,00%	200,00%



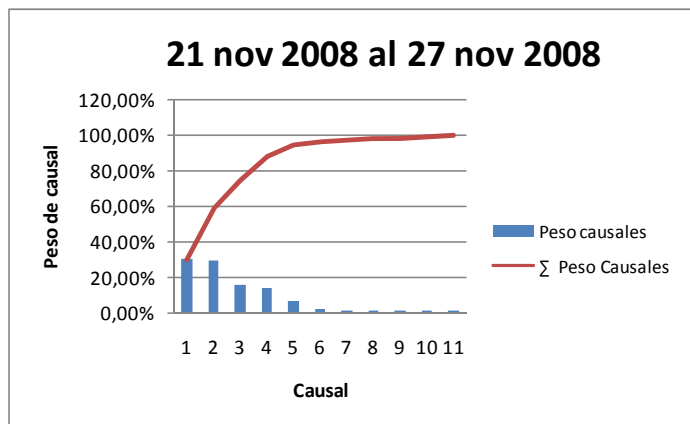
No.	EQUIPO - 1 Nov 2008 al 11 Nov 2008	Total Horas	Peso causales	Σ Peso Causales	Frecuencia relativa	Σ frecuencia relativa	Pto de corte
1	TRITURADORA ESTACIONARIA	66,0	28,58%	28,58%	7,69%	7,69%	36,27%
2	RETROEXCAVADORA AKERMAN	36,3	15,70%	44,28%	7,69%	15,38%	59,66%
3	VOLQUETA DUMPER # 3218	30,7	13,28%	57,56%	7,69%	23,08%	80,64%
4	LÍNEA MÓVIL DE CONOS	27,7	11,98%	69,54%	7,69%	30,77%	100,31%
5	(en blanco)	26,0	11,26%	80,80%	7,69%	38,46%	119,26%
6	PLANTA ELECTRICA 2	8,8	3,83%	84,63%	7,69%	46,15%	130,78%
7	CAMIONETA	8,5	3,68%	88,31%	7,69%	53,85%	142,15%
8	PLANTA ELÉCTRICA 1	8,2	3,54%	91,84%	7,69%	61,54%	153,38%
9	TANQUE	7,5	3,25%	95,09%	7,69%	69,23%	164,32%
10	EQUIPO DE SOLDADURA	5,0	2,17%	97,26%	7,69%	76,92%	174,18%
11	CARGADOR KOMATSU	2,5	1,08%	98,34%	7,69%	84,62%	182,96%
12	RETROEXCAVADORA KOMATSU PC 400-6	2,5	1,08%	99,42%	7,69%	92,31%	191,73%
13	TRITURADORA DE MANIBULAS HARLT	1,3	0,58%	100,00%	7,69%	100,00%	200,00%



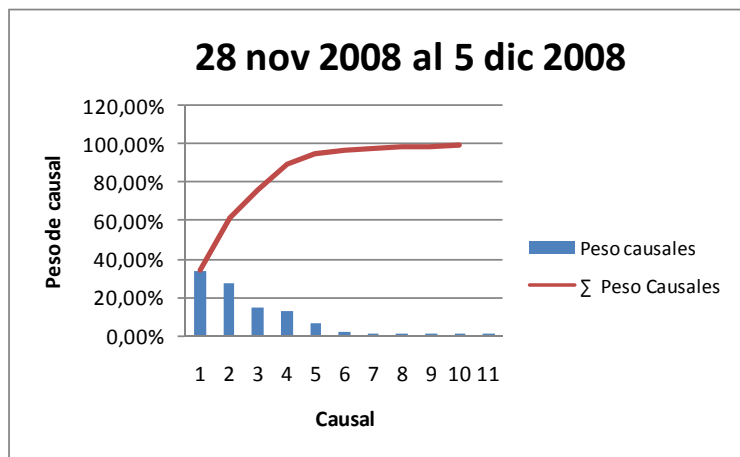
No.	EQUIPO - 16 nov 2008 al 21 nov 2008	Total Horas	Peso causales	Σ Peso Causales	frecuencia relativa	Σ frecuencia relativa	Pto de corte
1	TRITURADORA ESTACIONARIA	41,1	35,14%	35,14%	11,11%	11,11%	46,25%
2	VOLQUETA DUMPER # 3217	41,0	35,02%	70,16%	11,11%	22,22%	92,38%
3	(en blanco)	12,4	10,61%	80,77%	11,11%	33,33%	114,11%
4	RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	6,5	5,55%	86,33%	11,11%	44,44%	130,77%
5	RETROEXCAVADORA AKERMAN	6,0	5,13%	91,45%	11,11%	55,56%	147,01%
6	LINEA MOVIL DE CONOS	4,0	3,42%	94,87%	11,11%	66,67%	161,54%
7	PLANTA ELÉCTRICA 2	3,0	2,56%	97,44%	11,11%	77,78%	175,21%
8	VOLCO R22543	2,5	2,14%	99,57%	11,11%	88,89%	188,46%
9	RETROEXCAVADORA KOMATSU PC 400-6	0,5	0,43%	100,00%	11,11%	100,00%	200,00%



No.	EQUIPO -21 nov 2008 al 27 nov 2008	Total Horas	Peso causales	Σ Peso Causales	frecuencia relativa	Σ frecuencia relativa	Pto de corte
1	TRITURADORA ESTACIONARIA	42,2	29,73%	29,73%	9,09%	9,09%	38,82%
2	VOLQUETA DUMPER # 3218	41,5	29,23%	58,97%	9,09%	18,18%	77,15%
3	(en blanco)	22,3	15,67%	74,64%	9,09%	27,27%	101,91%
4	VOLQUETA DUMPER # 3217	19,5	13,74%	88,38%	9,09%	36,36%	124,74%
5	RETROEXCAVADORA AKERMAN	9,0	6,34%	94,72%	9,09%	45,45%	140,17%
6	RETROEXCAVADORA KOMATSU PC 400-6	2,0	1,41%	96,13%	9,09%	54,55%	150,67%
7	MOTONIVELADORA	1,5	1,06%	97,18%	9,09%	63,64%	160,82%
8	RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	1,0	0,70%	97,89%	9,09%	72,73%	170,61%
9	RETROEXCAVADORA KOMATSU PC 450	1,0	0,70%	98,59%	9,09%	81,82%	180,41%
10	TRITURADORA DE MANIBULAS HARLT	1,0	0,70%	99,30%	9,09%	90,91%	190,20%
11	PLANTA ELECTRICA 2	1,0	0,70%	100,00%	9,09%	100,00%	200,00%



No.	EQUIPO - 28 nov 2008 al 5 dic 2008	Total Horas	Peso causales	Σ Peso Causales	frecuencia relativa	Σ frecuencia relativa	Pto de corte
1	TRITURADORA ESTACIONARIA	51,0	33,84%	33,84%	9,09%	9,09%	42,93%
2	VOLQUETA DUMPER # 3218	41,5	27,53%	61,36%	9,09%	18,18%	79,54%
3	(en blanco)	22,3	14,76%	76,12%	9,09%	27,27%	103,39%
4	VOLQUETA DUMPER # 3217	19,5	12,93%	89,06%	9,09%	36,36%	125,42%
5	RETROEXCAVADORA AKERMAN	9,0	5,97%	95,03%	9,09%	45,45%	140,48%
6	RETROEXCAVADORA KOMATSU PC 400-6	2,0	1,33%	96,35%	9,09%	54,55%	150,90%
7	MOTONIVELADORA	1,5	0,99%	97,35%	9,09%	63,64%	160,98%
8	RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	1,0	0,66%	98,01%	9,09%	72,73%	170,74%
9	RETROEXCAVADORA KOMATSU PC 450	1,0	0,66%	98,67%	9,09%	81,82%	180,49%
10	TRITURADORA DE MANIBULAS HARLT	1,0	0,66%	99,34%	9,09%	90,91%	190,25%
11	PLANTA ELÉCTRICA 2	1,0	0,66%	100,00%	9,09%	100,00%	200,00%



RESUMEN GENERAL

RESUMEN				
08 oct 2008 al 10 oct 2008	10 oct 2008 al 24 oct 2008	24 oct 2008 al 31 oct 2008	1 Nov 2008 al 11 Nov 2008	16 nov 2008 al 21 nov 2008
RETRO. CATERPILLAR (en blanco) VOLQUETA DUMPER # 3217 PLANTA ELECTRICA	LINEA MOVIL DE CONOS (en blanco) TRITURADORA ESTACIONARIA RETRO. CATERPILLAR VOLQUETA DUMPER # 3217	TRITURADORA ESTACIONARIA RETRO. CATERPILLAR	TRITURADORA ESTACIONARIA RETRO. CATERPILLAR VOLQUETA DUMPER # 3218 LINEA MOVIL DE CONOS	TRITURADORA ESTACIONARIA VOLQUETA DUMPER # 3217

RESUMEN	
21 nov 2008 al 27 nov 2008	28 nov 2008 al 5 dic 2008
TRITURADORA ESTACIONARIA VOLQUETA DUMPER # 3218 (en blanco)	TRITURADORA ESTACIONARIA VOLQUETA DUMPER # 3218 (en blanco)

Maquinaria Prioritaria.	Frecuencia de aparición en pareto[veces]	Tiempo Total[Hr]
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	2	62
VOLQUETA DUMPER # 3217	3	110
PLANTA ELECTRICA	1	13
TRITURADORA ESTACIONARIA	5	306
LINEA MOVIL DE CONOS	2	127
VOLQUETA DUMPER # 3218	2	142
RETROEXCAVADORA AKERMAN	1	114
TRITURADORA DE MANIBULAS HARLT	0	6,8

Anexo 24: MATRIZ DE CRITICIDAD DE MAQUINARIAS.

La matriz de criticidad es un recurso de Grupo Aguilar - Aguilar Construcciones S.A & Altron S.A, por tanto sirve como elemento de referencia acorde a los cálculos que se realizan en este documento.

Cantera (Villeta)	Frecuencia de Fallas	Impacto Operacional	Flexibilidad operacional	Costo de mtto	Impacto en seguridad y medio ambiente	Consecuencias	Criticidad total
BULLDOCER	4	4	2	2	3	13	52
CARGADOR KOMATSU	2	4	2	1	3	12	24
MARTILLO HIDRAULICO INDECO	4	7	2	2	3	19	76
TRITURADORA ESTACIONARIA	4	10	4	2	7	49	196
RETROEXCAVADORA AKERMAN	4	7	2	2	3	19	76
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	2	7	2	2	3	19	38
RETROEXCAVADORA KOMATSU PC 400-6	2	7	2	1	3	18	36
TRITURADORA DE MANIBULAS HARTL	2	10	4	2	5	47	94
VOLQUETA DUMPER # 3218	4	4	2	2	5	15	60
VOLQUETA DUMPER # 3217	2	4	2	1	5	14	28
CAMIONETA	2	1	1	1	3	5	10
ZARANDA VIBRATORIA	2	7	1	1	3	11	22
RETROEXCAVADORA KOMATSU PC 450	1	7	2	1	3	18	18
LINEA MOVIL DE CONOS	2	4	3	1	3	16	32
PLANTA ELECTRICA PL01	4	10	3	2	7	39	156
PLANTA ELECTRICA PL02	3	7	2	1	7	22	66

Las zonas en rojo de la matriz son las áreas más críticas, las áreas en verde representan las zonas de criticidad media y las zonas en amarillo muestran la maquinaria con criticidad baja.

Matriz de Criticidad de Maquinaria				
	BULLDOCER ; MARTILLO HIDRAULICO INDECO ; RETROEXCAVADORA AKERMAN ; VOLQUETA DUMPER # 3218		PLANTA ELECTRICA PL01	TRITURADORA ESTACIONARIA
		PLANTA ELECTRICA PL02		
CAMIONETA	CARGADOR KOMATSU ; RETROEXCAVADORA CATERPILLAR ; RETROEXCAVADORA KOMATSU PC 400-6 ; VOLQUETA DUMPER # 3217 ; ZARANDA VIBRATORIA ; LINEA MOVIL DE CONOS			
	RETROEXCAVADORA KOMATSU PC 450			TRITURADORA DE MANIBULAS HARTL

Anexo 25: ÍNDICE ICGM

- **Porcentaje de Utilización**

EQUIPO	marzo	abril	mayo	junio	agosto	septiembre	TOTAL
Euclid 3217	90,91%	78,95%	75,23%	73,00%	88,24%	61,77%	78,02%
Euclid 3218	56,14%	68,42%	4,88%	53,66%	0,00%	8,30%	31,90%
Cat 345	54,95%	0,00%	52,94%	55,97%	49,32%	41,36%	42,42%
Trituradora Harit	31,87%	41,28%	77,01%	51,80%	79,59%	40,36%	53,65%
Trituradora Estacionaria	83,33%	50,98%	53,18%	61,23%	50,67%	44,18%	57,26%
Planta Eléctrica	0	38,89%	0,00%	95,93%	0,00%	0	22,47%
Línea móvil conos	0,00%	0,00%	0,00%	32,14%	28,57%	32,45%	15,53%

- **Factor de proceso**

EQUIPO	marzo	abril	mayo	junio	agosto	septiembre	TOTAL
Euclid 3217	1,82%	0,00%	5,88%	24,93%	8,82%	5,54%	7,83%
Euclid 3218	43,86%	10,53%	89,76%	46,34%	100,00%	90,31%	63,47%
Cat 345	30,77%	100,00%	44,76%	21,40%	38,36%	53,28%	48,09%
Trituradora Harit	4,40%	12,84%	3,83%	9,18%	4,08%	9,11%	7,24%
Trituradora Estacionaria	9,80%	27,84%	43,64%	38,77%	42,67%	55,82%	36,42%
Planta Eléctrica	0	4,44%	0,00%	4,07%	100,00%	0	18,09%
Línea móvil conos	100,00%	0	0	67,86%	0,00%	13,21%	30,18%

- **Rentabilidad**

Actividad	Ponderación total	Actividad	Ponderación total	Actividad	Ponderación total
Remover estériles	0,025	Trituración primaria	0,135189776	Martillar material (trituration secur	0,14754205
Explotar y fracturar cara de la roca	0,025	Transporte a secundaria	0,070836092	Criba y salida de productos	0,112598735
Repicar roca	0,121039136	Descargar a secundaria	0,043596222	Cargar productos pesados en kilogramos	0,133445825
Cargar a primaria	0,04520703	Tolva y criba de base	0,084996973		
Inspección para evitar atascamientos	0,023615949	Inspección para evitar atascamientos	0,031932213		

CÓDIGO DE MÁQUINA

Código de maquina	% Utilización	Rentabilidad	Factor del proceso	FACTOR DE MÁQUINA
Euclid 3217	78,02%	7,08%	7,83%	0,43%
Euclid 3218	31,90%	7,08%	63,47%	1,43%
Cat 345	42,42%	12,10%	48,09%	2,47%
Trituradora Harl	53,65%	13,52%	7,24%	0,53%
Trituradora Estacionaria	57,26%	7,08%	36,42%	1,48%
Planta Eléctrica	22,47%	61,63%	18,09%	2,50%
Línea móvil conos	15,53%	11,26%	30,18%	0,53%

- Costo Mantenimiento Aplazado

ACTIVIDAD	ene-08	feb-08	mar-08	abr-08	may-08	jun-08	jul-08
Total Ingresos	\$ 78.822.000,0	\$ 131.299.130,0	\$ 114.618.109,0	\$ 145.123.651,0	\$ 145.616.788,0	\$ 125.990.222,0	\$ 175.459.470,0
OP 1	\$ 1.970.550,0	\$ 3.282.478,3	\$ 2.865.452,7	\$ 3.628.091,3	\$ 3.640.419,7	\$ 3.149.755,6	\$ 4.386.486,8
OP 2	\$ 1.970.550,0	\$ 3.282.478,3	\$ 2.865.452,7	\$ 3.628.091,3	\$ 3.640.419,7	\$ 3.149.755,6	\$ 4.386.486,8
OP 3	\$ 9.540.546,8	\$ 15.892.333,2	\$ 13.873.276,9	\$ 17.565.641,3	\$ 17.625.330,2	\$ 15.249.747,6	\$ 21.237.462,6
OP 4	\$ 3.563.308,5	\$ 5.935.643,7	\$ 5.181.544,3	\$ 6.560.609,2	\$ 6.582.902,5	\$ 5.695.643,7	\$ 7.932.001,5
OP 5	\$ 1.861.456,3	\$ 3.100.753,6	\$ 2.706.815,4	\$ 3.427.232,7	\$ 3.438.878,6	\$ 2.975.378,7	\$ 4.143.641,9
OP 6	\$ 10.655.928,5	\$ 17.750.299,9	\$ 15.495.196,4	\$ 19.619.233,8	\$ 19.685.900,9	\$ 17.032.589,8	\$ 23.720.326,4
OP 7	\$ 5.583.442,4	\$ 9.300.717,2	\$ 8.119.098,9	\$ 10.279.992,2	\$ 10.314.924,1	\$ 8.924.654,9	\$ 12.428.863,1
OP 8	\$ 3.436.341,4	\$ 5.724.146,0	\$ 4.996.916,5	\$ 6.326.842,9	\$ 6.348.341,8	\$ 5.492.697,7	\$ 7.649.370,0
OP 9	\$ 6.699.631,4	\$ 11.160.028,6	\$ 9.742.192,3	\$ 12.335.071,1	\$ 12.376.986,2	\$ 10.708.787,5	\$ 14.913.523,9
OP 10	\$ 2.516.960,9	\$ 4.192.671,7	\$ 3.660.009,8	\$ 4.634.119,3	\$ 4.649.866,2	\$ 4.023.146,6	\$ 5.602.809,1
OP 11	\$ 11.629.559,4	\$ 19.372.142,7	\$ 16.910.990,7	\$ 21.411.840,9	\$ 21.484.599,4	\$ 18.588.855,6	\$ 25.887.649,8
OP 12	\$ 8.875.257,5	\$ 14.784.115,9	\$ 12.905.854,1	\$ 16.340.739,5	\$ 16.396.266,1	\$ 14.186.339,6	\$ 19.756.514,4
OP 13	\$ 10.518.466,8	\$ 17.521.320,7	\$ 15.295.308,1	\$ 19.366.145,4	\$ 19.431.952,4	\$ 16.812.869,1	\$ 23.414.333,8

ACTIVIDAD	ago-08	TOTAL
Total Ingresos	\$ 148.025.390,0	\$ 1.064.954.760,0
OP 1	\$ 3.700.634,8	\$ 26.623.869,0
OP 2	\$ 3.700.634,8	\$ 26.623.869,0
OP 3	\$ 17.916.865,3	\$ 128.901.203,9
OP 4	\$ 6.691.788,2	\$ 48.143.441,8
OP 5	\$ 3.495.760,1	\$ 25.149.917,2
OP 6	\$ 20.011.519,3	\$ 143.970.995,1
OP 7	\$ 10.485.540,1	\$ 75.437.233,0
OP 8	\$ 6.453.347,8	\$ 46.428.004,3
OP 9	\$ 12.581.710,1	\$ 90.517.931,2
OP 10	\$ 4.726.778,2	\$ 34.006.361,9
OP 11	\$ 21.839.969,4	\$ 157.125.608,0
OP 12	\$ 16.667.471,7	\$ 119.912.558,8
OP 13	\$ 19.753.370,3	\$ 142.113.766,7

- **Costo Pérdida De Calidad**

Elemento	ene-08	feb-08	mar-08	abr-08	may-08	jun-08	jul-08	ago-08
Lotes al mes	41	32	36	43	38	42	29	31
Lotes rechazados por mes	2	3	1	5	2	1	4	3
costo lote	1922487,805	4103097,813	3183836,361	3374968,628	3832020,737	2999767,19	6050326,552	4775012,581
rechazos	39411000	43766376,67	114618109	29024730,2	72808394	125990222	43864867,5	49341796,67

- **Costo de seguridad**

Mes	SEGURIDAD
enero	6.025.491
febrero	5.397.533
marzo	5.697.566
abril	5.630.187
mayo	6.284.705
junio	6.525.206
<i>total 6 meses</i>	35.560.688
<i>Nº maquinas</i>	23
<i>maquina</i>	1.546.117

CÓDIGO DE TRABAJO

Código de trabajo	costo pérdida de calidad	Costo pérdida de producción	Costo mant. aplazado	Costo de retrabajo	Costo de seguridad	FACTOR DE TRABAJO
Euclid 3217	\$ 2.791.721,21	\$ 12.345.252,18	\$ 37.718.616,51	\$ 18.433.247,02	\$ 1.546.116,87	\$ 72.834.953,79
Euclid 3218	\$ 2.791.721,21	\$ 15.871.138,08	\$ 37.718.616,51	\$ 23.697.904,61	\$ 1.546.116,87	\$ 81.625.497,27
Cat 345	\$ 4.770.273,38	\$ 6.921.527,98	\$ 128.901.203,91	\$ 10.334.842,34	\$ 1.546.116,87	\$ 152.473.964,48
Trituradora Harlt	\$ 5.327.964,25	\$ 54.934.976,75	\$ 143.970.995,07	\$ 19.994.020,24	\$ 1.546.116,87	\$ 225.774.073,18
Trituradora Estacionaria	\$ 2.791.721,21	\$ 759.135,33	\$ 157.125.608,00	\$ 414.439,98	\$ 1.546.116,87	\$ 162.637.021,38
Planta Eléctrica	\$ 24.290.578,33	\$ 1.404.772,48	\$ 511.527.093,08	\$ 138.146,66	\$ 1.546.116,87	\$ 538.906.707,42
Línea móvil conos	\$ 4.437.628,75	\$ 14.140.756,08	\$ 119.912.558,84	\$ 184.297.982,97	\$ 1.546.116,87	\$ 324.335.043,51

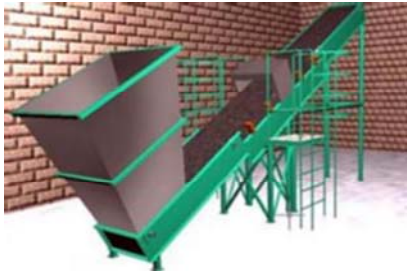
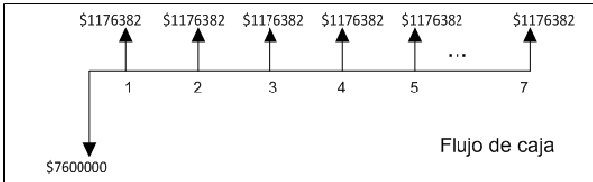
ÍNDICE ICGM

Código de trabajo	ÍNDICE ICGM
Planta Eléctrica	\$ 13.498.011,18
Cat 345	\$ 3.765.324,79
Trituradora estacionaria	\$ 2.402.844,00
Línea móvil conos	\$ 1.711.226,62
Trituradora Harlt	\$ 1.185.654,99
Euclid 3218	\$ 1.170.618,51
Euclid 3217	\$ 315.242,08

Anexo 26: TABLA DE INDICADORES – BENCHMARKING

Indicador	Descripción del indicador	Estado ideal del indicador	Indicador en una empresa típica
Mantenimiento correctivo.	Se puede calcular como un porcentaje del total de las horas de mantenimiento o los costos totales del manteniendo.	10%	75%
Mantenimiento planeado.	Se puede calcular como un porcentaje del total de las horas de mantenimiento o los costos totales del manteniendo.	90%	25%
Rotación de inventario.	$\frac{(\$utilizada / mes) * 12}{\$invertido i nventario}$	2 a 3	NA
Valor total del inventario	Costos relacionados al inventario de mantenimiento	Disminuir sin llegar al extremo de no tener existencias.	
Costo total de mantenimiento.	Calculado como porcentaje del costo total de manufactura o producción.	Depende la actividad a la que se dedique la compañía. En el sector de explotación de minas y canteras este porcentaje es alto debido a la existencia de maquinaria pesada.	
Disminución del tiempo inactivo.	Porcentaje de reducción de tiempo total inactivo por mantenimiento correctivo. (suma total de los tiempos de inactividad relacionados con actividades de mantenimiento no planeadas)	Depende de las metas que se haya planteado la empresa en específico. Ideal puede tomarse como porcentaje > 5%	
Precisión del inventario.	Porcentaje de ítems realmente encontrados durante la realización del inventario físico.	99%	NA
Índice de Mant. de los trabajos realizados por los titulares.	trabajo de mantenimiento realizado por operadores/total de trabajo de mantenimiento.	>25%	NA
Total Backlog	Número de semanas calendario en que se completan todo el trabajo de mantenimiento planeado teniendo en cuenta las fechas cronograma planeadas.	5 semanas	NA
Índice de trabajo al supervisor	# de mantenimiento por horas/# de supervisores de mantenimiento.	15:01	NA
Índice de mantenimiento preventivo y predictivo	Horas de mantenimiento trabajadas en mantenimiento preventivo o predictivo / Total de horas completadas en los trabajos de mantenimiento.	40%	NA
Disminución de horas extraordinarias	Porcentaje de disminución de las horas trabajadas en mantenimiento por fuera de la orden de trabajo WO(work order) específica.	Depende de las metas que se haya planteado la empresa en específico. Ideal puede tomarse como porcentaje > 5%	
Incremento de la productividad	Porcentaje en el que mejora la productividad de las operaciones.	Depende de las metas que se haya planteado la empresa en específico. Ideal puede tomarse como porcentaje > 5%	


Anexo 27: OPORTUNIDADES DE MEJORA

Nº	OPORTUNIDAD DE MEJORA: carencia de un sistema de alimentación en la tolva para la triración secundaria que produce atascamientos constantes de material, interrumpiendo procesos para el desarrollo de las actividades subsiguientes.																														
1																															
<p>1. Descripción: Comprar e instalar una Banda alimentadora Grizzly</p>	<p>2. Ilustración</p> 																														
<p>3. Justificación técnica: La implementación de un sistema de transporte entre la criba y el impactor permitirá mejorar la alimentación del impactor, el cual en la actualidad presenta las siguientes problemáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Atascamiento y deficiente reclamo de materiales de la Tolva. * Baja alimentación al Impactor (menos del 50%). * Chuta de salida de Sub-Base con atascamiento requiere personal permanente. * Baja producción del sistema por baja alimentación. Incremento de costo de energía. <p>La implementación de esta mejora genera reducciones que en promedio seran 70% de el total del tiempo del proceso de alimentación del impactor.</p>																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Empleados</th> <th>HH por día</th> <th>Cantidad Recursos</th> <th>Ahorro tiempo[hr]</th> <th>Ahorro por lote</th> <th>Ahorro por recurso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operario</td> <td>\$ 20.315,69</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0,05</td> <td style="text-align: right;">\$ 984,33</td> <td style="text-align: right;">\$ 7.874,67</td> </tr> <tr> <td>Máquina</td> <td>\$ 111.637,55</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0,05</td> <td style="text-align: right;">\$ 5.409,05</td> <td style="text-align: right;">\$ 43.272,39</td> </tr> <tr> <td>Total Diario</td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">N/A</td> <td></td> <td style="text-align: right;">\$ 51.147,06</td> </tr> <tr> <td>Total Mensual</td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">N/A</td> <td></td> <td style="text-align: right;">\$ 1.176.382,35</td> </tr> </tbody> </table>		Empleados	HH por día	Cantidad Recursos	Ahorro tiempo[hr]	Ahorro por lote	Ahorro por recurso	Operario	\$ 20.315,69	1	0,05	\$ 984,33	\$ 7.874,67	Máquina	\$ 111.637,55	1	0,05	\$ 5.409,05	\$ 43.272,39	Total Diario		N/A			\$ 51.147,06	Total Mensual		N/A			\$ 1.176.382,35
Empleados	HH por día	Cantidad Recursos	Ahorro tiempo[hr]	Ahorro por lote	Ahorro por recurso																										
Operario	\$ 20.315,69	1	0,05	\$ 984,33	\$ 7.874,67																										
Máquina	\$ 111.637,55	1	0,05	\$ 5.409,05	\$ 43.272,39																										
Total Diario		N/A			\$ 51.147,06																										
Total Mensual		N/A			\$ 1.176.382,35																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Actual</th> <th>Propuesto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tiempo estandar</td> <td style="text-align: center;">9,69</td> <td style="text-align: center;">6,78</td> </tr> <tr> <td>Jornada laboral [min]</td> <td style="text-align: center;">480</td> <td style="text-align: center;">480</td> </tr> <tr> <td>Tiempo requerido [hr]</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td>Vol Produccion diaria</td> <td style="text-align: center;">395,63</td> <td style="text-align: center;">514,32</td> </tr> <tr> <td>Vol. Produccion mensual</td> <td style="text-align: center;">9099,50</td> <td style="text-align: center;">11829,35</td> </tr> <tr> <td>Ahorro tiempo[hr]</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">0,05</td> </tr> <tr> <td>Δ Productividad</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">30%</td> </tr> </tbody> </table>			Actual	Propuesto	Tiempo estandar	9,69	6,78	Jornada laboral [min]	480	480	Tiempo requerido [hr]	8	8	Vol Produccion diaria	395,63	514,32	Vol. Produccion mensual	9099,50	11829,35	Ahorro tiempo[hr]	0,05		Δ Productividad	30%							
	Actual	Propuesto																													
Tiempo estandar	9,69	6,78																													
Jornada laboral [min]	480	480																													
Tiempo requerido [hr]	8	8																													
Vol Produccion diaria	395,63	514,32																													
Vol. Produccion mensual	9099,50	11829,35																													
Ahorro tiempo[hr]	0,05																														
Δ Productividad	30%																														
<p>4. Justificación económica</p> <table border="1" style="width: 50%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>VPN(0,048%)</td> <td style="text-align: right;">\$ 618.898,48</td> </tr> <tr> <td>TIR</td> <td style="text-align: right;">2,0463%</td> </tr> <tr> <td>TIO</td> <td style="text-align: right;">0,048%</td> </tr> <tr> <td>B/C</td> <td style="text-align: right;">0,08</td> </tr> <tr> <td>Periodo de ret de inv</td> <td style="text-align: right;">6,5</td> </tr> </tbody> </table>		VPN(0,048%)	\$ 618.898,48	TIR	2,0463%	TIO	0,048%	B/C	0,08	Periodo de ret de inv	6,5																				
VPN(0,048%)	\$ 618.898,48																														
TIR	2,0463%																														
TIO	0,048%																														
B/C	0,08																														
Periodo de ret de inv	6,5																														
 <p style="text-align: center;">Flujo de caja</p>																															

Nº	OPORTUNIDAD DE MEJORA: No se tiene un sistema de transporte adecuado para llevar el material que debe ser reprocesado desde la criba o zaranda hasta el impactor.
2	

1. Descripción: Comprar e Instalar una Banda de retorno Zaranda Impactor

2. Ilustración



3. Justificación técnica: La problemática que se encuentra es que no existe un sistema de reproceso desde la criba hacia el impactor del producto en proceso, por lo tanto se presentan los siguientes problemas:

- * Alta producción de Arena.
- * Arena con contenidos de Pasa 200 superiores al 12%.
- * Emisión de material particulado.

La falta de un sistema de reproceso genera demoras debido a que se tiene seleccionar el material que no cumple con las especificaciones de forma manual. Las bandas de retorno permiten el reproceso de las materias primas, por lo tanto, flexibilizan el proceso al permitirle reprocesar de forma casi inmediata el material que se encuentra fuera de especificación, sin tener que volver a reprocesar desde el principio de la trituración secundaria, asegurándose una mayor utilización de las materias primas que conforman el producto terminado. El impacto se evidencia en la disminución de 15% en el tiempo total de retrabajo.

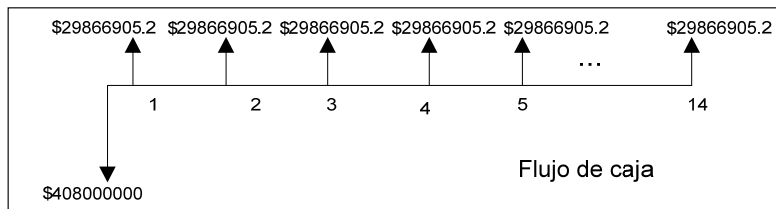
Empleados	HH por día	Cantidad Recursos	Ahorro tiempo[hr]	Ahorro por lote	Ahorro por recurso
Operario	\$ 20.315,69	3	0,57	\$ 11.602,35	\$ 278.456,39
Máquina	\$ 111.637,55	2	0,57	\$ 63.756,54	\$ 1.020.104,70
Total Diario					\$ 1.298.561,10
Total Mensual					\$ 29.866.905,27

	Actual	Propuesto
Tiempo estandar	166,01	131,75
Jornada laboral [min]	480	480
Tiempo requerido [hr]	8	8
Vol. Producción diaria	381,36	395,63
Vol. Producción mensual	8771,31	9099,50
Ahorro tiempo[hr]		0,57
Δ Productividad		21%

4. Justificación económica

VPN(0,048%)	\$ 8.636.166,42
TIR	0,3289%
TIO	0,048%
B/C	0,021
Periodo de ret de inv	13,7

INVERSIÓN \$ 408.000.000



Nº	OPORTUNIDAD DE MEJORA: No se cuenta con un sistema especializado para pasar el material en proceso desde el martillado a la línea móvil de conos nueva.
3	

1. Descripción: Comprar e Instalar una Banda alimentacion para la línea de Conos.	2. Ilustración 
--	--

3. Justificación técnica: La banda de alimentación para la línea móvil de conos proporciona una mayor seguridad en el momento de alimentar la tolva de esta línea al no producirse atascamientos por exceso de entrada de material. De esta manera podemos ver reducido el tiempo estándar por las siguientes condiciones:

- *disminución en tiempos de atascamientos por mala alimentación en las tolvas (En especial la línea móvil de conos).
- *Se aumenta la productividad.
- *Diminución del costo relacionados con las H-H y H-M por disminución de tiempo estándar total.

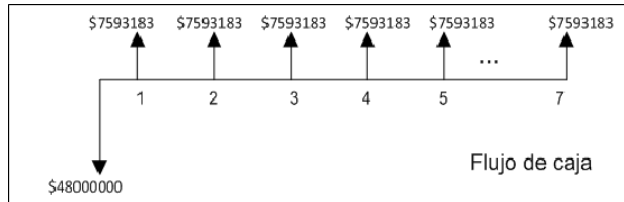
Como el transporte del Martillado a la Criba va incluido dentro del tiempo de estas 2 actividades se toma una reducción del tiempo total de la operación distribuido en 15% para una actividad y 15% para la otra.

Empleados	HH por día	Cantidad Recursos	Ahorro tiempo[hr]	Ahorro por lote	Ahorro por recurso
Operario	\$ 20.315,69	6	0,09	\$ 1.835,29	\$ 88.093,99
Máquina	\$ 111.637,55	3	0,09	\$ 10.085,19	\$ 242.044,44
Total Diario			N/A		\$ 330.138,43
Total Mensual			N/A		\$ 7.593.183,97

	Actual	Propuesto
Tiempo estandar	66,56	61,14
Jornada laboral [min]	480	480
Tiempo requerido [hr]	8	8
Vol Produccion diaria	395,63	427,85
Vol. Produccion mensual	9099,50	9840,49
Ahorro tiempo[hr]		0,09
Δ Productividad		8%

4. Justificación económica

VPN(0,048%)	\$ 5.050.446,00
TIR	2,6160%
TIO	0,048%
B/C	0,11
Periodo de ret de inv	6,3



Nº	OPORTUNIDAD DE MEJORA: se está dejando partes del suelo sin explotarlo de donde se puede sacar más material rocoso de manera que se de un aumento significativo en la producción
4	

1. Descripción: Comprar e adecuar una RT05 (Retro 200)



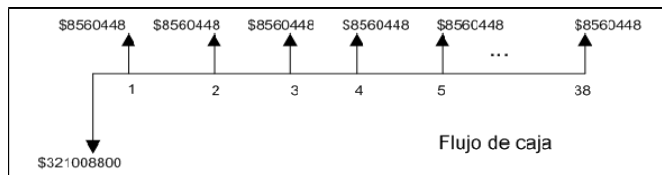
3. Justificación técnica: La compra de una Retroexcavadora nueva con la posibilidad de remover estériles y repicar, se puede generar los siguientes beneficios:
 disminución en tiempos de atascamientos por mala alimentación en las tolvas (En especial la línea móvil de conos).
 *Se aumenta la productividad.
 *Diminución del costo relacionados con las H-H y H-M por disminución de tiempo estándar total.
 *se da un aumento de la producción de aproximadamente 50%, esto debido a que el mismo volumen de producción se va a repicar en la mitad del tiempo que toma actualmente.

Empleados	HH por día	Cantidad Recursos	Ahorro tiempo[hr]	Ahorro por lote	Ahorro por recurso
Operario	\$ 20.315,69	6	0,07	\$ 1.389,79	\$ 66.709,89
Máquina	\$ 111.637,55	5	0,07	\$ 7.637,09	\$ 305.483,51
Total Diario	N/A				\$ 372.193,40
Total Mensual	N/A				\$ 8.560.448,23

	Actual	Propuesto
Tiempo estándar	66,56	62,46
Jornada laboral [min]	480	480
Tiempo requerido [hr]	8	8
Vol. Producción diaria	395,63	474,76
Vol. Producción mensual	9099,50	10919,40
Ahorro tiempo[hr]	0,07	
Δ Productividad	20%	

4. Justificación económica

VPN(0,048%)	\$ 1.264.728,62
TIR	0,0682%
TIO	0,048%
B/C	0,004
Periodo de ret de inv	37,499



Nº 5	OPORTUNIDAD DE MEJORA: No se cuenta con un control estricto de los inventarios de repuestos del almacén de la cantera, generando faltantes en los pedidos, tiempos inadecuados entre generaciones de órdenes de compra y llegada de los repuestos al almacén, y paros en el proceso por falta de repuestos en el momento en que se sufre un daño en la máquina.																														
1. Descripción: Implementar un sistema MRP para los inventarios de repuestos en el almacén.	2. Ilustración 																														
<p>3. Justificación técnica:</p> <p>Actualmente no se cuenta con una planificación de los suministros para realizar los procesos productivos y de mantenimiento que se requieren en la cantera. Por tal motivo dependiendo de los lead times y del nivel de reacción tanto del proveedor como de la misma compañía, se obtienen a tiempo o no los suministros que se necesitan y no están disponibles para su uso. Mediante la implementación de un sistema de inventarios MRP se obtienen las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Se reduce al máximo los niveles de inventario. * Se mejora sustancialmente el servicio al cliente. * Se mejoran los tiempos de entrega en forma sustancial. * Se planifican los recursos disponibles y en tránsito. * Se maximiza la eficiencia operativa de los procesos. <p>Es importante resaltar que que el indicador de precisión del inventario, se encuentra por el 62%, la implementación de una oportunidad de mejora en este sentido permitira mejorar los resultados del mismo. Aproximadamente el 20% de tiempo total del mantenimiento se debe a demoras por no disponer del implemento y tener en cuenta el lead time de entrega que ofrece el proveedor.</p>																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Empleados</th> <th>HH por día</th> <th>Cantidad Recursos</th> <th>Ahorro tiempo[hr]</th> <th>Ahorro por lote</th> <th>Ahorro por recurso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operario</td> <td>\$ 20.315,69</td> <td>1</td> <td>0,81</td> <td>\$ 16.354,48</td> <td>\$ 130.835,84</td> </tr> <tr> <td>Máquina</td> <td>\$ 111.637,55</td> <td>1</td> <td>0,81</td> <td>\$ 89.870,16</td> <td>\$ 718.961,32</td> </tr> <tr> <td>Total Diario</td> <td></td> <td></td> <td>N/A</td> <td></td> <td>\$ 849.797,15</td> </tr> <tr> <td>Total Mensual</td> <td></td> <td></td> <td>N/A</td> <td></td> <td>\$ 19.545.334,54</td> </tr> </tbody> </table>		Empleados	HH por día	Cantidad Recursos	Ahorro tiempo[hr]	Ahorro por lote	Ahorro por recurso	Operario	\$ 20.315,69	1	0,81	\$ 16.354,48	\$ 130.835,84	Máquina	\$ 111.637,55	1	0,81	\$ 89.870,16	\$ 718.961,32	Total Diario			N/A		\$ 849.797,15	Total Mensual			N/A		\$ 19.545.334,54
Empleados	HH por día	Cantidad Recursos	Ahorro tiempo[hr]	Ahorro por lote	Ahorro por recurso																										
Operario	\$ 20.315,69	1	0,81	\$ 16.354,48	\$ 130.835,84																										
Máquina	\$ 111.637,55	1	0,81	\$ 89.870,16	\$ 718.961,32																										
Total Diario			N/A		\$ 849.797,15																										
Total Mensual			N/A		\$ 19.545.334,54																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Actual</th> <th>Propuesto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tiempo mantenimiento</td> <td>241,51</td> <td>193,20</td> </tr> <tr> <td>Jornada laboral [min]</td> <td>480</td> <td>480</td> </tr> <tr> <td>Tiempo requerido [hr]</td> <td>8</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Vol. Produccion diaria</td> <td>395,63</td> <td>474,76</td> </tr> <tr> <td>Vol. Produccion mensual</td> <td>9099,50</td> <td>10919,40</td> </tr> <tr> <td>Ahorro tiempo[hr]</td> <td></td> <td>0,81</td> </tr> <tr> <td>Δ Productividad</td> <td></td> <td>20%</td> </tr> </tbody> </table>			Actual	Propuesto	Tiempo mantenimiento	241,51	193,20	Jornada laboral [min]	480	480	Tiempo requerido [hr]	8	8	Vol. Produccion diaria	395,63	474,76	Vol. Produccion mensual	9099,50	10919,40	Ahorro tiempo[hr]		0,81	Δ Productividad		20%						
	Actual	Propuesto																													
Tiempo mantenimiento	241,51	193,20																													
Jornada laboral [min]	480	480																													
Tiempo requerido [hr]	8	8																													
Vol. Produccion diaria	395,63	474,76																													
Vol. Produccion mensual	9099,50	10919,40																													
Ahorro tiempo[hr]		0,81																													
Δ Productividad		20%																													
<table border="1"> <tr> <td>VPN(0,048%)</td> <td>\$ 1.287.729,97</td> </tr> <tr> <td>TIR</td> <td>0,1113%</td> </tr> <tr> <td>TIO</td> <td>0,048%</td> </tr> <tr> <td>B/C</td> <td>0,005</td> </tr> <tr> <td>Periodo de ret de inv</td> <td>13,9</td> </tr> </table>	VPN(0,048%)	\$ 1.287.729,97	TIR	0,1113%	TIO	0,048%	B/C	0,005	Periodo de ret de inv	13,9	<p>4. Justificación económica</p> <table border="1"> <tr> <td>Inversion SAP</td> <td>\$ 118.500</td> </tr> <tr> <td>Cambio</td> <td>\$ 2.290</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>\$ 271.365.000</td> </tr> </table>	Inversion SAP	\$ 118.500	Cambio	\$ 2.290	Total	\$ 271.365.000														
VPN(0,048%)	\$ 1.287.729,97																														
TIR	0,1113%																														
TIO	0,048%																														
B/C	0,005																														
Periodo de ret de inv	13,9																														
Inversion SAP	\$ 118.500																														
Cambio	\$ 2.290																														
Total	\$ 271.365.000																														
 <p>Flujo de caja</p>																															

Nº	OPORTUNIDAD DE MEJORA: A pesar de que se tienen los manuales correspondientes a las máquinas que están en este momento en funcionamiento dentro de la cantera, la información no se encuentra clasificada y organizada de manera que pueda ser utilizada fácilmente por los operarios de las máquinas.
6	

1. Descripción: Elaboración de pequeños manuales de máquinas con información técnica y de mantenimiento utilizando un lenguaje claro y fácil de entender por el operario.

2. Ilustración

3. Justificación técnica: La información técnica que ofrecen los manuales de las maquinarias son grandes libros con gran cantidad de información para el buen funcionamiento de cada maquinaria, la realidad es que luego de analizar y filtrar la información se pueden obtener manuales más pequeños y más amigables para el usuario de la maquinaria, finalmente se trata de la búsqueda que los operarios que manejan la maquinaria tengan la oportunidad de comprender el funcionamiento de la maquinaria desde su parte técnica y aplicada. La utilización de las herramientas tecnológicas permite a las compañías organizar toda su data y generando los siguientes beneficios como:

- * Acceso más rápido a la información de la maquinaria, ya que los documentos electrónicos cuentan con buscadores por nombre o temas específicos.
- * Reducción del espacio físico donde se almacena la información.
- * La información está más segura, pues se puede tener copias de la información como backup en caso de pérdida y se puede restringir la visualización de algunos datos a algunos usuarios.
- * Consistencia, se cuenta con menos datos redundantes o basura.
- * Actualización, se pueden actualizar los datos de forma más efectiva.
- * Accesibilidad, más usuarios pueden acceder al tiempo a la información.

La utilización de bases de datos permitirá a los usuarios del sistema reducciones de hasta el 40% del tiempo de búsqueda, permitiendo utilizar

Empleados	HH por día	Cantidad Recursos	Ahorro tiempo[hr]	Ahorro por lote	Ahorro por recurso
Operario	\$ 20.315,69	6	0,69	\$ 14.053,45	\$ 674.565,42
Máquina	\$ 166.691,01	1	0,69	\$ 115.309,09	\$ 922.472,69
Total Diario					\$ 1.597.038,11
Total Mensual					\$ 36.731.876,51

	Actual	Propuesto
Tiempo estándar	241,51	200,00
Jornada laboral [min]	480	480
Tiempo requerido [hr]	8	8
No. máquinas mto mensual	14	16
Ahorro tiempo[hr]		0,69
Δ Productividad		17%

VPN(0,784%)	\$ 17.062.295,42
TIR	1,4012%
TIO	0,048%
B/C	0,06
Periodo de ret de inv	7,5

4. Justificación económica

Total	\$ 276.159.401
MO	\$ 219.409.401
Software	\$ 56.750.000

Flujo de caja

Nº	OPORTUNIDAD DE MEJORA: Aunque existen políticas de mantenimiento de una manera empírica, es decir aspectos como aumentar el mantenimiento preventivo y disminuir el correctivo hace parte de la cultura organizacional desde hace aproximadamente un año, estas políticas no se encuentran documentadas de manera adecuada, no comunicadas a todo el personal de la empresa.
7	

2. Ilustración

```

graph TD
    PM[Políticas de Mantenimiento] --> R[Reactivas]
    PM --> P[Proactivas]
    R --> IE[Imprevistas de emergencia]
    R --> A[Accidentes]
    IE --> INE[Imprevistas no emergencia]
    P --> MP[Mantenimiento Preventiva]
    P --> MPR[Mantenimiento Programada]
    MP --> MPRD[Mantenimiento Predictiva]
    MPR --> MO[Mantenimiento Oportuna]
  
```

1. Descripción: Crear un documento de políticas de mantenimiento y comunicarlas a el restod e la organización.

3. Justificación técnica: El tiempo de mantenimiento puede mejorar en 5% solo por que se tengan unas políticas definidas de mantenimiento y sean conocidas por toda la organización y por las empresas tercerizadas para este proceso.

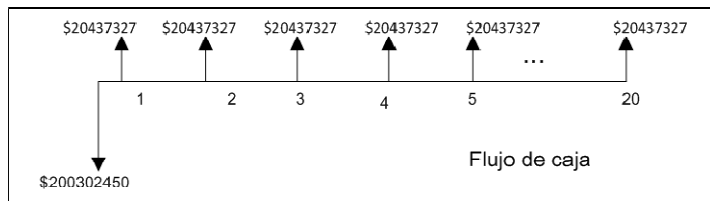
Empleados	HH por día	Cantidad Recursos	Ahorro tiempo[hr]	Ahorro por lote	Ahorro por recurso
Operario	\$ 20.315,69	5	0,20	\$ 4.088,62	\$ 102.215,50
Máquina	\$ 111.637,55	7	0,20	\$ 22.467,54	\$ 786.363,94
Total Diario					\$ 888.579,44
Total Mensual					\$ 20.437.327,09

	Actual	Propuesto
tiempo de mantenimiento	241,51	229,43
Jornada laboral [min]	480	480
Tiempo requerido [hr]	8	8
Vol Produccion diaria	395,63	415,41
Vol. Produccion mensual	9099,50	9554,48
Ahorro tiempo[hr]		0,20
Δ Productividad		5%

4. Justificación económica

VPN(0,784%)	\$ 3.532.646,42
TIR	0,3675%
TIO	0,048%
B/C	0,018
Periodo de ret de inv	9,8

Inversión	
personal indicado para el estudio de indicadores y formulación de políticas	\$ 45.000.000,00
comunicarlo a la organización (cinco días)	\$ 155.302.450,38
	\$ 200.302.450,38



Nº	OPORTUNIDAD DE MEJORA: No se tiene una programación adecuada del mantenimiento por máquina, esto se traduce en fallas constantes que sufre la maquinaria y periodos muy largos de tiempo de reparación.
8	

1. Descripción: Elaboración de una programación de mantenimiento preventivo por máquina incluyendo revisiones periódicas necesarias para mantenerlas en el mejor estado.

2. Ilustración

3. Justificación técnica: Implementando el software especializado en programación de las actividades de mantenimiento es posible mejorar los tiempos de mantenimiento que se están manejando actualmente. Es posible que con esta implementación pueda llegarse a mejorar en 20% este indicador debido a la disminución de reprocesos de mantenimiento y a la disminución de fallas en las máquinas por falta del desarrollo de un adecuado mantenimiento preventivo programado.

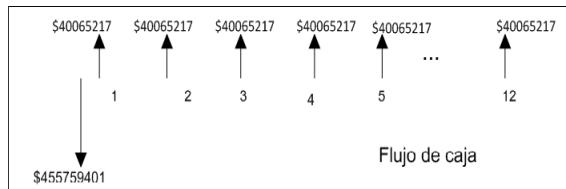
Empleados	HH por día	Cantidad Recursos	Ahorro tiempo[hr]	Ahorro por lote	Ahorro por recurso
Operario	\$ 20.315,69	2	0,83	\$ 16.762,20	\$ 268.195,27
Máquina	\$ 111.637,55	2	0,83	\$ 92.110,67	\$ 1.473.770,73
Total Diario					\$ 1.741.966,00
Total Mensual					\$ 40.065.217,96

	Actual	Propuesto
Tiempo de mantenimiento	241,51	192,00
Jornada laboral [min]	480	480
Tiempo requerido [hr]	8	8
No. maquinas mto mensual	14	17
Ahorro tiempo[hr]		0,83
Δ Productividad		20%


4. Justificación económica:

VPN(0,784%)	\$ 23.527.463,39
TIR	0,8320%
TIO	0,048%
B/C	0,052
Periodo de ret de inv	11,38

Total	\$ 455.759.401
MO	\$ 219.409.401
Software	\$ 11.350.000
Licencias	\$ 45.000.000



Anexo 28: LISTA DE CHEQUEO – GENERAL PARA MAQUINARIA.

 1. Lista de chequeo - General para maquinaria					
Indicaciones generales				Hoja	1/2
<p>Antes de cualquier inspección las máquinas que se inspeccionan deben estar desconectadas de electricidad y fuera de funcionamiento. A continuación se muestran los aspectos que se deben inspeccionar. El operador que realice la inspección debe tener la capacidad y el criterio de calificar los aspectos que aquí se mencionan. Luego de realizada la inspección de maquinaria/equipo estas deben ser aseadas, lavadas, secadas y ajustadas apropiadamente para garantizar un mejor funcionamiento.</p> <p>La aplicación de la lista de chequeo debe contar con la aprobación del jefe inmediato de quien la realiza adicionalmente cualquier modificación que no se encuentra contemplada debe ser anunciada y preguntada al jefe inmediato quien la autorizará o solicitará el soporte de expertos, de acuerdo a cada caso.</p>					
Persona que inspecciona					
Máquina inspeccionada					
Fecha:		Hora Inicio:			
Lista de chequeo No.		Hora Fin:			
ASPECTO	SI	NO	GRAVEDAD	COMENTARIO	
¿Tiene la máquina suciedades y/o polvo en el interior de cajas, gabinetes, cavidades, pliegues y/o otros lugares donde se puedan depositar partículas de polvo o suciedades?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿Las cavidades, pliegues, cajones y gabinetes inutilizadas frecuentemente estas apropiadamente cerrados?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿Están manchadas o decoloradas las superficies de las partes, cajones, gabinetes, cavidades, pliegues u otras herramientas empotradas a la máquina?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿Inspeccionar componentes, conductores y terminaciones que se encuentren deteriorados o dañados o con evidencia se recalentamiento?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿Están correctamente posicionados los componentes?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿Inspeccionar los componentes y terminaciones extraviados o faltantes?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿Están funcionando todos los botones de presionar y halar, interruptores, disyuntores(tacos), botones de encendido y demás?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿Funcionan correctamente los estabilizadores y generadores de corriente eléctrica, térmica, eólica, etc.?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿ Están sobreutilizados o subutilizados los generadores o estabilizadores de cualquier tipo de corriente?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		

1. Lista de chequeo			Hoja	2/2
ASPECTO	SI	NO	COMENTARIO	
¿Están correctamente posicionados los estabilizadores y generadores de cualquier tipo de corriente?			ALTA	
			MEDIA	
			BAJA	
¿Están etiquetados de forma correcta y legible los estabilizadores y generadores de cualquier tipo de corriente?			ALTA	
			MEDIA	
			BAJA	
¿Se encuentran en condiciones apropiadas el cableado de la maquinaria? (sin raspaduras, con los soportes necesarios, sin interrupciones, etc)			ALTA	
			MEDIA	
			BAJA	
¿Se encuentra conectado apropiadamente el cableado de la maquinaria?			ALTA	
			MEDIA	
			BAJA	
¿Se encuentra actualizada la información de la maquinaria?			N/A	
¿La documentación de la maquinaria refleja actualizaciones, modificaciones o instalaciones de componentes adicionales que se hayan realizado?			ALTA	
			MEDIA	
			BAJA	
¿Queda fuera de funcionamiento la maquina/equipo al estar desconectada de la corriente?			ALTA	
			MEDIA	
			BAJA	
¿Funcionan apropiadamente todos los indicadores de la maquina? (luces, alarmas, etc.)			ALTA	
			MEDIA	
			BAJA	
OBSERVACIONES ADICIONALES				


Anexo 29: LISTA DE CHEQUEO - PARTES MECÁNICAS.

1. Lista de chequeo - Partes Mecánicas					
Indicaciones generales				Hoja	1/2
<p>Antes de cualquier inspección las maquinas que se inspeccionan deben estar desconectadas de electricidad y fuera de funcionamiento. A continuación se muestran los aspectos que se deben inspeccionar. El operador que realice la inspección debe tener la capacidad y el criterio de calificar los aspectos que aquí se mencionan. Luego de realizada la inspección de maquinaria/equipo estas deben ser aseadas, lavadas, secadas y ajustadas apropiadamente para garantizar un mejor funcionamiento.</p> <p>La aplicación de la lista de chequeo debe contar con la aprobación del jefe inmediato de quien la realiza adicionalmente cualquier modificación que no se encuentra contemplada debe ser anunciada y preguntada al jefe inmediato quien la autorizará o solicitará el soporte de expertos, de acuerdo a cada caso.</p>					
Persona que inspecciona					
Maquina inspeccionada					
Fecha:		Hora Inicio:			
Lista de chequeo No.		Hora Fin:			
ASPECTO	SI	NO	GRAVEDAD	COMENTARIO	
¿ Los rodamientos de la maquinaria se encuentran en condiciones apropiadas?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿ Los rodamientos están sobrecargados?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿ Los rodamientos están fuera de los rieles?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿ Los rodamientos se encuentran oxidados?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿ Los rodamientos muestran señales de recalentamiento?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿ Los rodamientos se encuentran mal lubricados evidenciando problemas a rodar por los rieles?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿ Están las cajas de engranajes con los niveles de aceite adecuados?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿ Los sellantes utilizados siguen siendo apropiados?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿ Se presentan filtraciones de líquidos por las superficies o al interior de la maquinaria?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿ Se encuentran las correas transmisoras ajustadas apropiadamente?			ALTA		
			MEDIA		
			BAJA		
¿ Tienen la suficiente fuerza las correas transmisoras?			BAJA		
			ALTA		
			MEDIA		

1. Lista de chequeo				Hoja	2/2
ASPECTO	SI	NO	GRAVEDAD	COMENTARIO	
¿Son lo suficientemente flexibles las correas transmisoras?			BAJA		
			ALTA		
			MEDIA		
¿ Están lubricadas las cadenas y las ruedas dentadas de la maquinaria?			BAJA		
			ALTA		
			MEDIA		
¿los acoplamientos se encuentran en buenas condiciones?			BAJA		
			ALTA		
			MEDIA		
¿ se observan residuos de algún material alrededor de la máquina o a su interior?			BAJA		
			ALTA		
			MEDIA		
OBSERVACIONES ADICIONALES					


Anexo 30: LISTAS DE CHEQUEO DE MAQUINAS PRIORITARIAS.

- VOLQUETA EUCLID**

1. Lista de chequeo VOLQUETA EUCLID							
Indicaciones generales						Hoja	1/2
<p>Antes de cualquier inspección las maquinas que se inspeccionan deben estar desconectadas de electricidad y fuera de funcionamiento. A continuación se muestran los aspectos que se deben inspeccionar. El operario que realice la inspección debe tener la capacidad y el criterio de calificar los aspectos que aquí se mencionan. Luego de realizada la inspección de maquinaria/equipo estas deben ser aseadas, lavadas, secadas y ajustadas apropiadamente para garantizar un mejor funcionamiento. La aplicación de la lista de chequeo debe contar con la aprobación del jefe inmediato de quien la realiza adicionalmente cualquier modificación que no se encuentra contemplada debe ser anunciada y preguntada al jefe inmediato quien la autorizará o solicitará el soporte de expertos, de acuerdo a cada caso.</p>							
Persona que inspecciona							
Maquina inspeccionada							
Fecha:						Hora Inicio:	
Lista de chequeo No.						Hora Fin:	
	Aspecto	SI	NO	GRAVEDAD			COMENTARIO
				Alto	Medio	Bajo	
1	Verificar que el dumper no posea daños estructurales evidentes, ni presente fugas de líquidos.						
2	Comprobar que los dispositivos de seguridad y protección están en buen estado y colocados correctamente						
3	Verificar que la presión de los neumáticos sea la correcta y que no existan cortes en la superficie de rodadura						
4	Comprobar que los niveles de combustible, aceite hidráulico, aceite motor y líquido refrigerante sean los adecuados						
5	Verificar que los dispositivos luminosos y acústicos se encuentren en perfecto estado y funcionan correctamente						
6	Mantener el puesto de conducción, estribos y asideros limpios y libres de aceite, grasa, barro, hielo, etc.						
7	En caso de disponer, comprobar el buen estado y regulación de los retrovisores						
8	Mantener limpio el parabrisas de la cabina						
9	Verificar que el cinturón de seguridad y su anclaje están en buen estado						
10	Verificar que la regulación del asiento sea la adecuada						
11	asegurar que las placas de información y advertencia del dumper permanezcan limpias y en buen estado						
12	Verificar que los frenos se encuentren funcionando correctamente						
13	Verificar el funcionamiento correcto de la caja de cambios						
14	Cambiar el aceite del motor						
15	Cambiar el filtro de aceite del motor						
16	Cambiar el filtro diesel						
17	Cambiar el filtro del aire						

1. Lista de chequeo VOLQUETA EUCLID							
Indicaciones generales						Hoja	1/2
18	Comprobar el refrigerador del agua y el refrigerador del aceite para saber si hay contaminación y limpiar en caso de necesidad						
19	Motor diesel- comprobar los niveles de refrigeración y subirlos si es necesario (media anticongelante-30°)						
20	Prueba de funcionamiento de los cilindros del motor						
21	Verificar el funcionamiento del sistema eléctrico						
22	Drenar el sistema de combustible separado de agua						
23	Probar los indicadores y medidores de la retroexcavadora						
24	Verificar el cronometraje de la válvula látigo del motor y de la inyección de combustible						
25	Limpiar el condensador del refrigerante						
26	Inspeccionar las mangueras de los sistemas de refrigeración						
27	Cambiar el aceite y el filtro del motor						
28	Verificar los sistemas de escape como el exhosto, que no tenga averías						
29	Verificar los sistemas de escape como el tubo vertical con curva final para la protección de las aguas lluvias, que no tenga averías						
30	Embrague- comprobar los niveles del aceite hidráulico						
31	Prueba de funcionamiento del interruptor del embrague.						
32	Comprobar que los amortiguadores se encuentran en buen estado, de no ser así deben cambiarse						

- **LÍNEA MÓVIL DE CONOS**

1. Lista de chequeo TRITURADORA LÍNEA MÓVIL DE CONOS							
Indicaciones generales						Hoja	1/2
<p>Antes de cualquier inspección las maquinas que se inspeccionan deben estar desconectadas de electricidad y fuera de funcionamiento. A continuación se muestran los aspectos que se deben inspeccionar. El operario que realice la inspección debe tener la capacidad y el criterio de calificar los aspectos que aquí se mencionan. Luego de realizada la inspección de maquinaria/equipo estas deben ser aseadas, lavadas, secadas y ajustadas apropiadamente para garantizar un mejor funcionamiento. La aplicación de la lista de chequeo debe contar con la aprobación del jefe inmediato de quien la realiza adicionalmente cualquier modificación que no se encuentra contemplada debe ser anunciada y preguntada al jefe inmediato quien la autorizará o solicitará el soporte de expertos, de acuerdo a cada caso.</p>							
Persona que inspecciona							
Maquina inspeccionada							
Fecha:						Hora Inicio:	
Lista de chequeo No.						Hora Fin:	
	Aspecto	SI	NO	GRAVEDAD			COMENTARIO
				Alto	Medio	Bajo	
1	Cambiar el aceite del motor						
2	Cambiar el filtro de aceite del motor						
3	Cambiar el filtro diesel						
4	Cambiar el filtro del aire						
5	Comprobar el nivel de aceite del motor y llenarlo si es necesario						
6	Comprobar los filtros de aire y limpiarlos si es necesario						
7	Motor diesel- comprobar los niveles de refrigeración y subirlos si es necesario (media anticongelante-30°)						
8	Comprobar la condición del acoplador entre el motor diesel y la bomba hidráulica						
9	Comprobar la condición del acoplador entre el reductor del alimentador vibrante y el motor hidráulico						
10	Funcionamiento hidráulico- cambiar el aceite Hidráulico						
11	Funcionamiento hidráulico-sustituir el filtro principal						
12	Funcionamiento hidráulico-sustituir el filtro de aceite de escape						
13	Tanque de aceite hidráulico- examinar el filtro de ventilación y cambiarlo si es necesario						
14	Funcionamiento hidráulico-comprobar el nivel del aceite						

1. Lista de chequeo TRITURADORA LÍNEA MÓVIL DE CONOS								
Indicaciones generales							Hoja	1/2
16	Cambiar el aceite hidráulico del embrague							
17	Cambiar el filtro del aceite hidráulico del embrague.							
18	Embrague- comprobar los niveles del aceite hidráulico							
19	Prueba de funcionamiento del interruptor del mecanismo hidráulico							
20	Prueba de funcionamiento del interruptor del embrague.							
21	Prueba de funcionamiento de los motores impulsores de la correa							
22	Prueba de funcionamiento de la excéntrica de ataque directo							
23	Prueba de funcionamiento de los cilindros hidráulicos							
24	Funcionamiento hidráulico-examinar el tanque para la validez y la calidad							
25	Examinar el desgaste de las juntas y desgastes.							
26	Volver a apretar todos los conectores de los tornillos hidráulicos							
27	Abrir el cono giratorio o móvil -examinar todas los anillo de trituración o cóncavos.							
28	Inspección visual de los anillo de trituración (límite de desgaste)							
29	Inspección visual de el bastidor para comprobar que no haya sufrido deformaciones y desgaste.							
30	Examinar los tres rodamientos para conocer el desgaste y el posicionamiento de los mismos dentro del cono							
31	Inspección visual de la placa de trituración (límite de desgaste)							
32	Inspección visual del núcleo soporte del manto de fundición de trituración (límite de desgaste)							
33	Cono móvil-comprobar las aberturas entre las placas de los anillos de trituración o cóncavos (uso;material;tamaño requerido)							
34	Comprobar el correcto funcionamiento del acumulador óleo-neumático							
35	Comprobar el correcto funcionamiento del detector de sobre presión							
36	Comprobar la condición de los tensores y el ajuste de los resortes							
37	Comprobar el estado del crucero que soporta el eje, desgaste y posicionamiento.							
38	Comprobar las correas de la trituradora para saber si hay tensión y desgaste							
39	Prueba de funcionamiento del sensor en la cubierta de la correa.							
40	Examinar las placas de impacto debajo de la cinta transportadora para el desgaste y el posicionamiento							

1. Lista de chequeo TRITURADORA LÍNEA MÓVIL DE CONOS								
Indicaciones generales							Hoja	1/2
41	Comprobar las cintas transportadoras para saber si hay desgaste y daño							
42	Asegurarse de que los tambores de tensión de todas las cintas tengan un balanceo/rodamiento libre							
43	Examinar la alineación de las cintas transportadoras							
44	Ajustar los separadores de la correa y examinarlos para un trabajo correcto.							
45	Examine el desmantelamiento de los cauchos laterales							
46	Asegurarse que la cinta transportadora principal y el separador magnético no tiene ninguna raja, rasgadura o material penetrante							
47	Examinar todos los rodillos y los soportes de los rodillos para el funcionamiento, la calidad y el ajuste.							
48	Prueba de funcionamiento del interruptor de emergencia de la cinta transportadora principal.							
49	Prueba de funcionamiento del botón de apagado del empuje hidráulico en la cinta transportadora lateral							
50	Cambiar el aceite del reductor del alimentador vibrante.							
51	Examinar los accesorios de la tolva vibrante y del precibador							
52	Examinar el montaje y la estabilidad de la tolva vibrante							
53	Comprobar el funcionamiento del equipo de radio de control.							
54	Prueba de funcionamiento de todos los interruptores de apagado de emergencia.							
55	Compruebe todos los elementos de goma para saber si hay calidad y ajuste							
56	Examinar el depósito de fuel para la validez y calidad							
57	Asegurarse que los tornillos y los bulones están apretados firmemente							
58	Lubricar todas las juntas giratorias y las conexiones de los bulones							
59	Lubricar la planta de acuerdo con el diagrama de lubricación							
60	Comprobar la calidad de las líneas de lubricación							


- PLANTA ELÉCTRICA

1. Lista de chequeo PLANTA ELÉCTRICA							
Indicaciones generales					Hoja	1/2	
<p>Antes de cualquier inspección las maquinas que se inspeccionan deben estar desconectadas de electricidad y fuera de funcionamiento. A continuación se muestran los aspectos que se deben inspeccionar. El operario que realice la inspección debe tener la capacidad y el criterio de calificar los aspectos que aquí se mencionan. Luego de realizada la inspección de maquinaria/equipo estas deben ser aseadas, lavadas, secadas y ajustadas apropiadamente para garantizar un mejor funcionamiento. La aplicación de la lista de chequeo debe contar con la aprobación del jefe inmediato de quien la realiza adicionalmente cualquier modificación que no se encuentra contemplada debe ser anunciada y preguntada al jefe inmediato quien la autorizará o solicitará el soporte de expertos, de acuerdo a cada caso.</p>							
Persona que inspecciona							
Maquina inspeccionada							
Fecha:					Hora Inicio:		
Lista de chequeo No.					Hora Fin:		
	Aspecto	SI	NO	GRAVEDAD			COMENTARIO
				Alto	Medio	Bajo	
1	Nivel del refrigerante del radiador						
2	Nivel de aceite en el motor						
3	Nivel del aceite en el cárter y/o en el gobernador hidráulico si tiene						
4	Nivel del combustible en el tanque						
5	Nivel de electrolito en las baterías, si es muy alto remueva el sulfato de las terminales						
6	Verificar el sello del tapón del radiador						
7	Limpiar y verificar el buen estado del filtro del aire						
8	Verificar el buen funcionamiento del precalentador eléctrico del agua de enfriamiento (mantener temperatura de 140° F)						
9	Verificar que no haya fugas de agua en el motor o radiador						
10	Verificar que no haya fugas de aceite en el motor						
11	Verificar que no haya fugas de diesel en el motor, tuberías de alimentación, retorno y tanque de combustible						
12	Revisar el estado de los amortiguadores						
13	Revisar el estado de las mangueras de diesel del motor y el tanque de combustible						
14	operar el grupo electrógeno con carga y de esta manera comprobar que todos los elementos operan satisfactoriamente. (durante 15 minutos)						
15	Limpiar el polvo que se acumula en la planta						




1. Lista de chequeo PLANTA ELÉCTRICA							
Indicaciones generales						Hoja	1/2
16	Limpiar el polvo que se acumula en los pasos de aire de enfriamiento.						
17	Comprobar la tensión y el buen estado de las bandas de transmisión						
18	Verificar el estado de los filtros de combustible y cambiarlos si es necesario						
19	Verificar el estado del filtro del aire y limpiarlo o cambiarlos si es necesario						
20	Verificar todos los sistemas de seguridad, simulando una falla de red						
21	Limpiar la batería						
22	Apretar tornillería de soporte del silenciador						
23	Verificar el estado de las conexiones eléctricas						

• **RETROEXCAVADORA CATERPILLAR**

1. Lista de chequeo RETROEXCAVADORA CATERPILLA							Hoja	1/2
Indicaciones generales								
<p>Antes de cualquier inspección las máquinas que se inspeccionan deben estar desconectadas de electricidad y fuera de funcionamiento. A continuación se muestran los aspectos que se deben inspeccionar. El operario que realice la inspección debe tener la capacidad y el criterio de calificar los aspectos que aquí se mencionan. Luego de realizada la inspección de maquinaria/equipo estas deben ser aseadas, lavadas, secadas y ajustadas apropiadamente para garantizar un mejor funcionamiento. La aplicación de la lista de chequeo debe contar con la aprobación del jefe inmediato de quien la realiza adicionalmente cualquier modificación que no se encuentra contemplada debe ser anunciada y preguntada al jefe inmediato quien la autorizará o solicitará el soporte de expertos, de acuerdo a cada caso.</p>								
Persona que inspecciona								
Maquina inspeccionada								
Fecha:						Hora Inicio:		
Lista de chequeo No.						Hora Fin:		
	Aspecto	SI	NO	GRAVEDAD			COMENTARIO	
				Alto	Medio	Bajo		
1	Lubricar Boom, stick y el balde de vinculación							
2	Verificar el nivel del sistema de refrigeración							
3	Verificar el nivel del aceite del motor, volver a llenar si es necesario							
4	Drenar el sistema de combustible separado de agua							
5	Drenar el tanque de combustible del agua y sedimentos							
6	Verificar el nivel de aceite del sistema hidráulico							
7	Probar los indicadores y medidores de la retroexcavadora							
8	Limpiar el núcleo del radiador.							
9	Inspeccionar el cinturón de seguridad y ajustar para su correcto funcionamiento							
10	Probar la alarma de viaje							
11	Verificar el tren de aterrizaje							
12	Reemplazar el filtro de aceite del sistema hidráulico							
13	Verificar el cronometraje de la válvula látigo del motor y de la inyección de combustible							
14	Cambiar aceite de la transmisión final							
15	Cambiar el aceite de giro							
16	Obtener una muestra del aceite del motor							
17	Obtener una muestra del aceite de la transmisión final							
18	Lubricar el marco del tren de rodadura en sus 16 puntos de lubricación							
19	Inspeccionar la correa para ajustarla o cambiarla si es necesario							
20	Limpiar el condensador del refrigerante							
21	Inspeccionar las mangueras de los sistemas de refrigeración							
22	Cambiar el aceite y el filtro del motor							
23	Inspeccionar el nivel del aceite de la transmisión final							
24	Cambiar el filtro primario del sistema de combustible							
25	Cambiar el filtro secundario del sistema de combustible							
26	Lubricar el Rodamiento de giro							

1. Lista de chequeo RETROEXCAVADORA CATERPILLA								
Indicaciones generales							Hoja	1/2
27	verificar el nivel del aceite de giro							
28	Obtener una muestra del refrigerante del sistema de refrigeración							
29	Obtener una muestra del aceite del sistema Hidráulico							
30	reemplazar el secador de refrigerante							
31	Obtener una muestra del swing drive oil							
32	Limpiar el respirador del motor							
33	Operar el sistema de bomba de combustible							
34	limpiar la tapa y el filtro del tanque de combustible							
35	Cambiar el aceite del sistema hidráulico							
36	Limpiar Bateria							
37	Apretar posicionamiento de la batería							
38	reemplazar el filtro de retorno de aceite del sistema hidráulico							
39	Inspeccionar los rotadores de las válvulas del motor							
40	Lubricar el mecanismo del Swing							
41	Reemplazar el cinturón de seguridad							

• TRITURADORA ESTACIONARIA

1. Lista de chequeo TRITURADORA ESTACIONARIA							
Indicaciones generales						Hoja	
<p>Antes de cualquier inspección las maquinas que se inspeccionan deben estar desconectadas de electricidad y fuera de funcionamiento. A continuación se muestran los aspectos que se deben inspeccionar. El operario que realice la inspección debe tener la capacidad y el criterio de calificar los aspectos que aqui se mencionan. Luego de realizada la inspección de maquinaria/equipo estas deben ser aseadas, lavadas, secadas y ajustadas apropiadamente para garantizar un mejor funcionamiento.</p> <p>La aplicación de la lista de chequeo debe contar con la aprobación del jefe inmediato de quien la realiza adicionalmente cualquier modificación que no se encuentra contemplada debe ser anunciada y preguntada al jefe inmediato quien la autorizará o solicitará el soporte de expertos, de acuerdo a cada caso.</p>							
						1/2	
Persona que inspecciona							
Maquina inspeccionada							
Fecha:						Hora Inicio:	
Lista de chequeo No.						Hora Fin:	
	Aspecto	SI	NO	GRAVEDAD			COMENTARIO
				Alto	Medio	Bajo	
1	Cambiar el aceite del motor						
2	Cambiar el filtro de aceite del motor						
3	Cambiar el filtro diesel						
4	Cambiar el filtro del aire						
5	Comprobar el nivel de aceite del motor y llenarlo si es necesario						
6	Comprobar los filtros de aire y limpiarlos si es necesario						
7	Comprobar el refrigerador del agua y el refrigerador del aceite para saber si hay contaminación y limpiar en caso de necesidad						
8	Motor diesel- comprobar los niveles de refrigeración y subirllos si es necesario (media anticongelante-30°)						
9	Refrigerados del Agua- verificar el número de revoluciones del ventilador						
10	Refrigerador del aceite- verificar el número de revoluciones del ventilador						
11	Comprobar la condición del acoplador entre el motor diesel y la bomba hidráulica						
12	vibrante y el motor hidráulico						
13	Funcionamiento hidráulico- cambiar el aceite Hidráulico						
14	Funcionamiento hidráulico-sustituir el filtro principal						
15	Funcionamiento hidráulico-sustituir el filtro de aceite de escape						
16	es necesario						
17	Funcionamiento hidráulico-comprobar el nivel del aceite						

1. Lista de chequeo TRITURADORA ESTACIONARIA								
Indicaciones generales							Hoja	1/2
18	Cambiar el aceite hidráulico del embrague							
19	Cambiar el filtro del aceite hidráulico del embrague.							
20	Embrague- comprobar los niveles del aceite hidráulico							
21	Prueba de funcionamiento del interruptor del mecanismo hidráulico							
22	Prueba de funcionamiento del interruptor del embrague.							
23	Prueba de funcionamiento de los motores impulsores de la correa							
24	Prueba de funcionamiento de la canaleta vibrante y del accionamiento							
25	Prueba de funcionamiento de los cilindros hidráulicos							
26	Funcionamiento hidráulico-examinar el tanque para la validez y la calidad							
27	Examinar el desgaste de las juntas y desgastes.							
28	Volver a apretar todos los conectores de los tornillos hidráulicos							
29	Abrir la machacadora-examinar todas las placa de desgaste, las placas de el impactor, cuñas de anclaje y los barrones							
30	Inspección visual de las placas del impactor(límite de desgaste)							
31	Inspección visual de las placas del impactor (límite de desgaste)							
32	Trituradora-comprobar las aberturas entre las placas del impactor (uso, material, tamaño requerido)							
33	Comprobar la condición de los sensores y el ajuste de los resortes							
34	Comprobar la distancia entre las placas del impactor y las placas de desgaste de las pared lateral							
35	Comprobar las correas de la trituradora para saber si hay tensión y desgaste							
36	Prueba de funcionamiento del sensor en la cubierta de la correa.							
37	Cambiar el aceite del accionamiento del reductor de la oruga							
38	Examinar la tensión de la oruga y tensionarla si es necesario							
39	Reductores de la Oruga- comprobar los niveles del aceite y llenarlo si es necesario							
40	Examinar las placas de impacto debajo de la cinta transportadora para el desgaste y el posicionamiento							
41	Comprobar las cintas transportadoras para saber si hay desgaste y daño							
42	balanceo/rodamiento libre							
43	Examinar la alineación de las cintas transportadoras							
44	Ajustar los separadores de la correa y examinarlos para un trabajo correcto.							
45	Examine el desmantelamiento de los cauchos laterales							

1. Lista de chequeo TRITURADORA ESTACIONARIA								
Indicaciones generales							Hoja	1/2
46	Asegurarse que la cinta transportadora principal y el separador magnético no tiene ninguna raja, rasgadura o material penetrante							
48	Prueba de funcionamiento del interruptor de emergencia de la cinta transportadora principal.							
49	Prueba de funcionamiento del botón de apagado del empuje hidráulico en la cinta transportadora lateral							
50	Cambiar el aceite del reductor del alimentador vibrante.							
51	Examinar los accesorios de la tolva vibrante y del precribador							
52	Examinar el montaje y la estabilidad de la tolva vibrante							
53	Comprobar el funcionamiento del equipo de radio de control.							
54	Prueba de funcionamiento de todos los interruptores de apagado de emergencia.							
55	Compruebe todos los elementos de goma para saber si hay calidad y ajuste							
56	Examinar el depósito de fuel para la validez y calidad							
57	Asegurarse que los tornillos y los bulones están apretados firmemente							
58	Lubricar todas las juntas giratorias y las conexiones de los bulones							
59	Lubricar la planta de acuerdo con el diagrama de lubricación							
60	Comprobar la calidad de las líneas de lubricación							

• TRITURADORA HARLT

1. Lista de chequeo TRITURADORA HARLT								
Indicaciones generales							Hoja	1/2
<p>Antes de cualquier inspección las maquinas que se inspeccionan deben estar desconectadas de electricidad y fuera de funcionamiento. A continuación se muestran los aspectos que se deben inspeccionar. El operario que realice la inspección debe tener la capacidad y el criterio de calificar los aspectos que aquí se mencionan. Luego de realizada la inspección de maquinaria/equipo estas deben ser aseadas, lavadas, secadas y ajustadas apropiadamente para garantizar un mejor funcionamiento.</p> <p>La aplicación de la lista de chequeo debe contar con la aprobación del jefe inmediato de quien la realiza adicionalmente cualquier modificación que no se encuentra contemplada debe ser anunciada y preguntada al jefe inmediato quien la autorizará o solicitará el soporte de expertos, de acuerdo a cada caso.</p>								
Persona que inspecciona								
Maquina inspeccionada								
Fecha:							Hora Inicio:	
Lista de chequeo No.							Hora Fin:	
	Aspecto	SI	NO	GRAVEDAD			COMENTARIO	
				Alto	Medio	Bajo		
1	Cambiar el aceite del motor							
2	Cambiar el filtro de aceite del motor							
3	Cambiar el filtro diesel							
4	Cambiar el filtro del aire							
5	Comprobar el nivel de aceite del motor y llenarlo si es necesario							
6	Comprobar los filtros de aire y limpiarlos si es necesario							
7	Comprobar el refrigerador del agua y el refrierador del aceite para saber si hay contaminación y limpiar en caso de necesidad							
8	Motor diesel- comprobar los niveles de refrigeración y subirlos si es necesario (media anticongelante-30°)							
9	Refrigerados del Agua- verificar el número de revoluciones del ventilador							
10	Refrigerador del aceite- verificar el número de revoluciones del ventilador							
11	Comprobar la condición del acomplador enter el motor diesel y la bomba hidráulica							
12	Comprobar la condición del acoplador entre el reductor del alimentador vibrante y el motor hidráulico							
13	Funcionamiento hidáulico- cambiar el aceite Hidráulico							
14	Funcionamiento hidráulico-sustituir el filtro principal							
15	Funcionamiento hidráulico-sustituir el filtro de aceite de escape							
16	Tanque de aceite hidráulico- examinar el filtro de ventilación y cambiarlo si es necesario							



1. Lista de chequeo TRITURADORA HARLT							
Indicaciones generales						Hoja	1/2
17	Funcionamiento hidráulico-comprobar el nivel del aceite						
18	Cambiar el aceite hidráulico del embrague						
19	Cambiar el filtro del aceite hidráulico del embrague.						
20	Embrague- comprobar los niveles del aceite hidráulico						
21	Prueba de funcionamiento del interruptor del mecanismo hidráulico						
22	Prueba de funcionamiento del interruptor del embrague.						
23	Prueba de funcionamiento de los motores impulsores de la correa						
24	Prueba de funcionamiento de la canaleta vibrante y del accionamiento						
25	Prueba de funcionamiento de los cilindros hidráulicos						
26	Funcionamiento hidráulico-examinar el tanque para la validez y la calidad						
27	Examinar el desgaste de las juntas y desgastes.						
28	Volver a apretar todos los conectores de los tornillos hidráulicos						
29	Abrir la machacadora-examinar todas las placa de desgaste, las placas e la mandíbula, cuñas de anclaje y los bulones						
30	Insepección visual de las placas de la mandíbula (límite de desgaste)						
31	Inspeccion vivual de las placas de la mandíbula (límite de desgaste)						
32	Machacadora-comprobar las aberturas entre las placas de la mandíbula (uso;material;tamaño requerido)						
33	Comprobar la condición de los tensores y el ajuste de los resortes						
34	Comprobar la distancia entre las placas de las mandíbulas y las placas de desgaste de la pared lateral						
35	Comprobar las correas de la triruradora para saber si hay tensión y desgaste						
36	Prueba de funcionamiento del sensor en la cubierta de la oruga.						
37	Cambiar el aceite del accionamiento del reductor de la oruga						
38	Examinar la tensión de la oruga y tensionarla si es necesario						
39	Reductores de la Oruga- comprobar los niveles del aceite y llenarlo si es necesario						
40	Examinar las placas de impacto debajo de la cinta transportadora para el desgaste y el posicionamiento						
41	Comprobar las cintas transportadoras para saber si hay desgaste y daño						
42	Asegurarse de que los tambores de tensión de odas las cintas tengan un balanceo/rodamiento libre						
43	Examinar la alineación de las cintas transportadoras						
44	Ajustar los separadores de la correa y examinarlos para un trabajo correcto.						
45	Examine el desmantelamiento de los cauchos laterales						

1. Lista de chequeo TRITURADORA HARLT							
Indicaciones generales						Hoja	1/2
46	Asegurarse que la cinta transportadora principal y el separador magnético no tiene ninguna raja, rasgadura o material penetrante						
47	Examinar todos los rodillos y los soportes de los rodillos para el funcionamiento, la calidad y el ajuste.						
48	Prueba de funcionamiento del interruptor de emergencia de la cinta transportadora principal.						
49	Prueba de funcionamiento del botón de apagado del empuje hidráulico en la cinta transportadora lateral						
50	Cambiar el aceite del reductor del alimentador vibrante.						
51	Examinar los accesorios de la tolva vibrante y del precibador						
52	Examinar el montaje y la estabilidad de la tolva vibrante						
53	Comprobar el funcionamiento del equipo de radio de control.						
54	Prueba de funcionamiento de todos los interruptores de apagado de emergencia.						
55	Compuete todos los elementos de goma para saber si hay calidad y ajuste						
56	Examinar el depósito de fuel para la validez y calidad						
57	Asegurarse que los tornillos y los bulones están apretados firmemente						
58	Lubricar todas las juntas giratorias y las conexiones de los bulones						
59	Lubricar la planta de acuerdo con el diagrama de lubricación						
60	Comprobar la calidad de las líneas de lubricación						

Anexo 31: FORMATO DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO.

FORMATO REGISTRO DE MANTENIMIENTO -CANTERA SALITRE BLANCO				
LUGAR:				REGISTRO NO.
FECHA	HORA	MÁQUINA	DURACIÓN	TRABAJO REALIZADO / PERSONAL DE MANTENIMIENTO
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA				
FECHA	HORA	MÁQUINA	DURACIÓN	TRABAJO REALIZADO / PERSONAL DE MANTENIMIENTO
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA				
FECHA	HORA	MÁQUINA	DURACIÓN	TRABAJO REALIZADO / PERSONAL DE MANTENIMIENTO
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA				
FECHA	HORA	MÁQUINA	DURACIÓN	TRABAJO REALIZADO / PERSONAL DE MANTENIMIENTO
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA				
FECHA	HORA	MÁQUINA	DURACIÓN	TRABAJO REALIZADO / PERSONAL DE MANTENIMIENTO
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA				
FECHA	HORA	MÁQUINA	DURACIÓN	TRABAJO REALIZADO / PERSONAL DE MANTENIMIENTO
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA				

Anexo 32: FICHA TÉCNICA DE MÁQUINAS PRIORITARIAS.

Información General				
Fecha de realización	04-mar-09		Responsable	Jefe de mantenimiento
Fecha de actualización			Maquina/Equipo	Dumper 3217/3218
			Proceso	Transportes
Plano			Localización	Cantera Salitre Blanco
Cantidad de Partes	4		Fabricante	EUCLID
Cantidad Máquinas	1		Manual No.	
1. Impacto				
Operaciones en que participa			Maquinaria con que interactua	
Trituración primaria			Impactor de Martillos Harlt PC 1380 J	
Transporte a secundaria			Tolva y Criba de Base	
Descargue a secundaria				
2. Especificaciones Técnicas E inventario de Partes				
Funciones		Cargo que la opera		Operador Tipo I
Transportar los productos en proceso(roca triturada) de la trituración primaria a la trituración secundaria, haciendo el cargue de los productos resultantes de la trituración primaria y el descargue en la tolva para que comience la trituración secundaria.				
Especificaciones técnicas				
Tipo Equipo	Fuera de carretera			
Capacidad	35 ton			
Motor	cummins KT19C			
Combustible del motor	Diesel			
Potencia	450 HP			
Tipo de Caja	Automatica			
Bateria	8D			
Aceite del motor	15W40 MOBIL			
Filtro aceite	PT 8447MPG			
3. Historicos				
4. Información de mantenimiento				
Disponibilidad			Informe registro	
Fecha	DIA	MES	AÑO	Formato No.
Hora	HORA	MIN.	AM/PM	Responsable
Fotografías		Diagramas		Planos
5. Parte/Componente				
Dumper		Sistema eléctrico		
Neumáticos		Sistema de refrigeración		
Caja de cambios		Batería		
Motor		Transmisión		
Chasis				

6. Procedimientos Máquina



Problemas frecuentes de uso

1. Cambio de los filtros del aceite del motor	
2. Daños en los neumáticos de la volqueta debido a las características del suelo en el que se movilizan	
3. Cambios de aceite del motor debido a la cantidad de horas trabajadas o a los días que se ha utilizado la maquinaria (cambio de aceite periódico)	
4. Cambiar los filtros del aire	


Información General					
Fecha de realización	04-mar-09		Responsable	Jefe de mantenimiento	
Fecha de actualización			Maquina/Equipo	Línea de conos	
Plano			Proceso	Trituración primera	Revisado:
Cantidad de Partes	10		Localización	Cantera Salitre Blanco	
Cantidad Máquinas	1		Fabricante	Babbitless	
			Manual No.		
1. Impacto					
Operaciones en que participa			Maquinaria con que interactua		
Cargar a primaria			Komatsu PC 228, Komatsu PC 400 LC		
Inspección para evitar atascamientos			Euclid 3217, Euclid 3218		
Trituración Primaria					
2. Especificaciones Técnicas E inventario de Partes					
Funciones		Carga que la opera		Operador Tipo I	
Realizar la tituración primaria de la roca recién extraída del suelo. Mediante el movimiento pendular de un eje accionado por una excéntrica sin contra-eje, suspendido y mantenido en cabeza por un cilindro hidráulico que asegura ambas funciones de seguridad y regulación.					
Especificaciones técnicas					
Peso	54 tn				
Largo	15,45m				
Ancho	5,98 m				
Alto	4,89m				
Motor CAT C11	287kW -385 hp				
Boca de entrada	51" x 31"				
Revoluciones de trituración	Máx. 270RPM				
Capacidad de trituración	350 ton/h				
Volumen de la tolva de alimentación	7 m³				
3. Históricos					
4. Información de mantenimiento					
Disponibilidad			Informe registro		
Fecha	DIA	MES	AÑO	Formato No.	
Hora	HORA	MIN.	AM/PM	Responsable	
Fotografías		Diagramas		Planos	
5. Parte/Componente					
Mecanismo de suspensión hidráulica del eje			cilindro hidráulico		
dispositivo de suspensión del eje			Anillos de trituración o cóncavos		
Nuez de trituración			Caja de rodamientos		
Crucero			Grupo de lubricación		
Batidor inferior			Armario eléctrico		

6. Procedimientos Máquina



Problemas frecuentes de uso

1. Problemas de encendido de la trituradora.	6. Se observa deterioro en la parte superficial de la planta eléctrica.
2. Se presentan problemas de funcionamiento de la alimentadora Grizzly obstruyendo la alimentación de material a la trituradora.	
3. Se presentan problemas en la Zaranda afectando la salida de material de la trituración primaria.	
4. Se Presentan problemas con la planta de trituración móvil PC 1380 dejando como resultado una mala trituración del material y por tanto un producto en proceso con especificaciones fuera de las dimensiones requeridas.	
5. Se presentan problemas en el mecanismo propulsor de orugas que no permiten movilizar la trituradora de un lugar a otro.	

Información General					
Fecha de realización	04-mar-09	Responsable	Jefe de mantenimiento		
Fecha de actualización		Maquina/Equipo	Planta Eléctrica		
Plano		Proceso	Trituraciones		
Cantidad de Partes	9	Localización	Cantera Salitre Blanco	Revisado:	
Cantidad Máquinas	1	Fabricante	Cummins - Onan	Aprobado:	
		Manual No.			
1. Impacto					
Operaciones en que participa		Maquinaria con que interactua			
Trituración primaria		Trituradora Harit			
Trituración secundaria		Trituradora estacionaria			
Trituración en línea móvil de conos		Línea móvil de conos			
2. Especificaciones Técnicas E inventario de Partes					
Funciones		Cargo que la opera	Operario tipo II		
Proporcionar la energía eléctrica necesaria para operar la maquinaria de la cantera, especialmente las máquinas que participan en las trituraciones tanto primaria como secundaria y la línea móvil de conos.					
Especificaciones técnicas					
Potencia	455 HP				
Combustible del Motor	Diesel				
Capacidad	280KW				
3. Históricos					
4. Información de mantenimiento					
Disponibilidad			Informe registro		
Fecha	DIA	MES	AÑO	Formato No.	
Hora	HORA	MIN.	AM/PM	Responsable	
Fotografías		Diagramas		Planos	
5. Parte/Componente					
Radiador		Amortiguadores			
Motor		Bandas de transmisión			
carter		conexiones eléctricas			
Tnaque de combustible		Silenciador			
Batería					

6. Procedimientos Máquina



Problemas frecuentes de uso

1. Se presentan problemas en la alimenatación eléctrica de la planta.	
2. Se presentan problemas con el sistema de combustible de la planta eléctrica.	
3. Se observa deterioro en la parte superficial de la planta eléctrica.	
4. La planta eléctrica tiene contacto con agua, lluvia o no, lo que podrá ocasionar cortos y deteriorar el equipo.	

Información General					
Fecha de realización	04-mar-09		Responsable	Jefe de mantenimiento	
Fecha de actualización			Maquina/Equipo	Cat 345BL	
			Proceso	Extracción roca	
Plano			Localización	Cantera Salitre Blanco	
Cantidad de Partes	10		Fabricante	Caterpillar®	
Cantidad Máquinas	1		Manual No.		
1. Impacto					
Operaciones en que participa			Maquinaria con que interactua		
Explotar y fracturar cara de la roca			Komatsu PC400 LC, Komatsu PC228		
Repicar Roca			Impactor de Martillos Hartt PC 1380 J		
2. Especificaciones Técnicas E inventario de Partes					
Funciones		Cargo que la opera		Operador Tipo II	
La Retroexcavadora caterpillar es la encargada del proceso de fracturar la roca más superficial del suelo con su martillo para lograr la explotación del suelo más adelante. Además, el martillo hidráulico de la retroexcavadora repica la roca hasta cambiar su tamaño a rajón (es un tamaño grande pero que permite la trituración primaria evitando el daño de la máquina y que la retroexcavadora lo mueva hacia ella).					
Especificaciones técnicas					
Motor	Motor C13 ACERT®	Alcance máximo a nivel del suelo		42.5 pie	
Motor	380 hp	Profundidad de excavación máxima		29.3 pie	
Peso	100040 lb	Capacidad máx. del cucharón		5 yd³	
Calibre	5.1 pulg	Peso nominal del cucharón		3880 lb	
Cilindrada	763 pulg³	Fuerza de excavación del cucharón - Normal			39300 lb
Cilindros	6				
Velocidad de desplazamiento máx.	2.9 millas/h				
Tracción máxima	75920 lb				
Caudal máximo (total)	194 gal/min				
Capacidad del tanque de combustible	186 gal				
3. Historicos					
4. Información de mantenimiento					
Disponibilidad			Lista de chequeo		
Fecha	DIA	MES	AÑO	Formato No.	
Hora	HORA	MIN.	AM/PM	Responsable	
Fotografías		Diagramas		Planos	
5. Parte/Componente					
sistema de refrigeración			tren de rodamiento		
motor			Batería		
tanque de combustible			Boom		
radiador			Stick		
Sistema hidráulico			balde de vinculación		

6. Procedimientos Máquina	
Problemas frecuentes de uso	Problemas frecuentes de uso
1. Se presentan problemas en los filtros de la retroexcavadora caterpillar.	5. Se presentan problemas con el motor y las conexiones eléctricas de la maquinaria.
2. La maquinaria se encuentra sucia debido al lugar donde se trabaja.	6. Se presentan problemas en el sistema hidráulico de la maquinaria los cuales afectan el rendimiento de la misma.
3. La maquinaria presenta fugas y fisuras que atentan contra el buen funcionamiento de las mismas.	7. Se presentan problemas en la rueda matriz dentada que trasmite la fuerza del motor a las orugas.
4. La base del balde rockero presenta fisuras por tanto se pone en riesgo la integridad de la pieza.	8. Se observa deterioro en la parte superficial de la planta eléctrica.
5. Se presentan problemas con el motor y las conexiones eléctricas de la maquinaria.	



Información General				
Fecha de realización	04-mar-09		Responsable	Jefe de mantenimiento
Fecha de actualización			Maquina/Equipo	Trituradora Estacionaria
			Proceso	Trituración secundaria
Plano			Localización	Cantera Salitre Blanco
Cantidad de Partes	10	Fabricante	Powercrusher	Revisado:
Cantidad Máquinas	1	Manual No.		Aprobado:
1. Impacto				
Operaciones en que participa		Maquinaria con que interactua		
Trituración secundaria		Tolva y Criba de base		
Criba y salida de productos		Criba y salida de productos		
2. Especificaciones Técnicas E inventario de Partes				
Funciones		Carga que la opera		Operario tipo II
Realizar la trituración secundaria de la roca, con el fin de que el producto en proceso se convierta en producto terminado con las características adecuadas.				
Especificaciones técnicas				
Peso	50 tn	Revoluciones del rotor	710 U/min	
Largo	15,500mm	Capacidad de trituración	350 ton/h	
Ancho	6,000 mm	Volumen de la tolva de alimentación	7 m³	
Alto	3,600mm	Ancho del rotor	1200 mm	
Motor CAT C13	328kW -440 hp	Diámetro del rotor	1300 mm	
Número de cilindros	6			
Refrigeración	por agua, circulación por bomba			
Boca de entrada	1250x1020 mm			
Grado de trituración	1:10-1:50			
3. Históricos				
4. Información de mantenimiento				
Disponibilidad			Lista de Inspección	
Fecha	DIA	MES	AÑO	Formato No.
Hora	HORA	MIN.	AM/PM	Responsable
Fotografías		Diagramas		Planos
5. Parte/Componente				
Triturador por impacto		Cinta transportadora principal		
Motor		Cinta transportadora lateral		
Tolva de alimentación		Separador magnético permanente		
Canaleta Vibratoria		Control remoto		
Cribado de alto rendimiento de 2 bandejas para carga pesada (Grizzly)				




6. Procedimientos de mantenimiento



Problemas frecuentes de uso

1. La maquinaria presenta fisuras, tornillos sueltos y en general se evidencian problemas con las uniones y los sistemas que mantienen a la maquinaria como un todo.	6. Se presentan problemas con la Zaranda que no permiten la salida de material del impactor.
2. Se presentan problemas en la parte eléctrica los cuales afectan el desarrollo de las trituraciones y además no permiten el funcionamiento adecuado de los tableros de control con interfase humana que programan el funcionamiento e la maquinaria	7. Se observa deterioro en la parte superficial de la planta eléctrica.
3. Se presentan problemas con los barrotos del impactor que afectan el control de las especificaciones del producto terminado.	
4. La tolva de alimentación del impactor presenta problemas de fisuras y quebrantaduras que afectan el rendimiento y buen funcionamiento de la misma.	
5. El motor que alimenta la maquinaria presenta problemas de inestabilidad, lo que afecta el rendimiento de la trituración	

Información General					
Fecha de realización	04-mar-09		Responsable	Jefe de mantenimiento	
Fecha de actualización			Maquina/Equipo	Harit PC 1380 J	
			Proceso	Trituración primera	
Plano			Localización	Cantera Salitre Blanco	
Cantidad de Partes	10		Fabricante	Powercrusher®	
Cantidad Máquinas	1		Manual No.		
1. Impacto					
Operaciones en que participa			Maquinaria con que interactua		
Cargar a primaria			Komatsu PC 228, Komatsu PC 400 LC		
Inspección para evitar atascamientos			Euclid 3217, Euclid 3218		
Trituración Primaria					
2. Especificaciones Técnicas E inventario de Partes					
Funciones		Cargo que la opera		Operador Tipo I	
Realizar la tituración primaria de la roca recién extraída del suelo. Mediante una oscilación del sistema de mandíbulas Harit se logra reducir el tamaño de las rocas que alimentan esta máquina.					
Especificaciones técnicas					
Peso	53 tn		Revoluciones de trituración	Máx. 270RPM	
Largo	13,300mm		Capacidad de trituración	350 ton/h	
Ancho	2,980 mm		Volumen de la tolva de alimentación	7 m³	
Alto	3,800mm		Rotor de la mandíbula	1500 mm	
Motor CAT C10	291kW -385 hp				
Número de cilindros	6				
Refrigeración	por agua				
Boca de entrada	1300x800 mm				
Regulación Min/máx	70-160mm				
3. Históricos					
Disponibilidad			Informe registro		
Fecha	DIA	MES	AÑO	Formato No.	
Hora	HORA	MIN.	AM/PM	Responsable	
Fotografías		Diagramas		Planos	
5. Parte/Componente					
Trituradora mandíbulas PC 13/80J			Cinta de descargo principal		
Grupo propulsor			Cinta de descargo lateral		
Tolva de alimentación			Mecanismo propulsor de Oruga		
Canaleta Vibratoria			Separador magnético permanente		
Criba de alto rendimiento de 2 pisos para carga pesada (Grizzly)			Telequino		


6. Procedimientos Máquina



Problemas frecuentes de uso

1. Problemas de encendido de la trituradora.	6. Se observa deterioro en la parte superficial de la planta eléctrica.
2. Se presentan problemas de funcionamiento de la alimentadora Grizzly obstruyendo la alimentación de material a la trituradora.	
3. Se presentan problemas en la Zaranda afectando la salida de material de la trituración primaria.	
4. Se Presentan problemas con la planta de trituración móvil PC 1380 dejando como resultado una mala trituración del material y por tanto un producto en proceso con especificaciones fuera de las dimensiones requeridas.	
5. Se presentan problemas en el mecanismo propulsor de orugas que no permiten movilizar la trituradora de un lugar a otro.	

Anexo 33: FORMATO AMEF

FORMATO AMEF						
Persona que inspecciona						
Máquina inspeccionada						
Fecha:		Hora Inicio:				
Lista de chequeo No.		Hora Fin:				
No.	Modo de falla	Causa	Probabilidad	Impacto	Frecuencia	Puntuación total
1						
2						
3						
4						

Anexo 34: PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO (CRONOGRAMAS)

Plan de mantenimiento Volqueta Euclid		Diariamente	Semanalmente	Cada 50-100 HRS	primeras 250 HRS	cada 250 HRS	cada 500 HRS	Cada 1000 HRS
1	Verificar que el dumper no posea daños estructurales evidentes, ni presente fugas de líquidos.	X						
2	Comprobar que los dispositivos de seguridad y protección están en buen estado y colocados correctamente	X						
3	Verificar que la presión de los neumáticos sea la correcta y que no existan cortes en la superficie de rodadura	X						
4	Comprobar que los niveles de combustible, aceite hidráulico, aceite motor y líquido refrigerante sean los adecuados	X						
5	Verificar que los dispositivos luminosos y acústicos se encuentren en perfecto estado y funcionan correctamente	X						
6	Mantener el puesto de conducción, estribos y asideros limpios y libres de aceite, grasa, barro, hielo, etc.	X						
7	En caso de disponer, comprobar el buen estado y regulación de los retrovisores	X						
8	Mantener limpio el parabrisas de la cabina	X						
9	Verificar que el cinturón de seguridad y su anclaje están en buen estado	X						
10	Verificar que la regulación del asiento sea la adecuada	X						
11	asegurar que las placas de información y advertencia del dumper permanezcan limpias y en buen estado	X						
12	Verificar que los frenos se encuentren funcionando correctamente	X						
13	Verificar el funcionamiento correcto de la caja de cambios	X						
14	Cambiar el aceite del motor					X	X	X
15	Cambiar el filtro de aceite del motor					X	X	X
16	Cambiar el filtro diesel					X	X	X
17	Cambiar el filtro del aire					X		X
18	Comprobar el refrigerador del agua y el refrigerador del aceite para saber si hay contaminación y limpiar en caso de necesidad	X		X		X	X	X
19	Motor diesel- comprobar los niveles de refrigeración y subirlos si es necesario (media anticongelante-30°)	X		X		X	X	X
20	Prueba de funcionamiento de los cilindros del motor			X		X	X	X
21	Verificar el funcionamiento del sistema eléctrico		X					
22	Drenar el sistema de combustible separado de agua	X						
23	Probar los indicadores y medidores de la retroexcavadora	X						
24	Verificar el cronometraje de la válvula látigo del motor y de la inyección de combustible				X			
25	Limpiar el condensador del refrigerante					X		
26	Inspeccionar las mangueras de los sistemas de refrigeración					X		
27	Cambiar el aceite y el filtro del motor					X		
28	Verificar los sistemas de escape como el exhosto, que no tenga averías							
29	Verificar los sistemas de escape como el tubo vertical con curva final para la protección de las aguas lluvias, que no tenga averías							
30	Embrague- comprobar los niveles del aceite hidráulico				X			
31	Prueba de funcionamiento del interruptor del embrague.			X	X		X	X
32	Comprobar que los amortiguadores se encuentran en buen estado, de no ser así deben cambiarse			X	X	X	X	X
Para hacer los cambios de aceites, filtros, el limpiador del aire, el agente refrigerante, por favor mirar el manual de la maquinaria o preguntar al supervisor que conozca los procedimientos								

Plan de mantenimiento Trituradoras Línea de Conos		Diariamente	Semanalmente	50-100 STD	Las primeras 250 HRS	500 HRS	1000 HRS
1	Cambiar el aceite del motor				X	X	X
2	Cambiar el filtro de aceite del motor				X	X	X
3	Cambiar el filtro diesel				X	X	X
4	Cambiar el filtro del aire						X
5	Comprobar el nivel de aceite del motor y llenarlo si es necesario	X		X			
6	Comprobar los filtros de aire y limpiarlos si es necesario	X		X	X	X	
7							
8	Motor diesel- comprobar los niveles de refrigeración y subirlos si es necesario (media anticongelante-30°)	X		X	X	X	X
9	Comprobar la condición del acoplador entre el motor diesel y la bomba hidráulica			X	X	X	X
10	Comprobar la condición del acoplador entre el reductor del alimentador vibrante y el motor hidráulico			X	X	X	X
11	Funcionamiento hidráulico- cambiar el aceite Hidráulico						X
12	Funcionamiento hidráulico-sustituir el filtro principal				X	X	X
13	Funcionamiento hidráulico-sustituir el filtro de aceite de escape				X	X	X
14	Tanque de aceite hidráulico- examinar el filtro de ventilación y cambiarlo si es necesario						X
15	Funcionamiento hidráulico-comprobar el nivel del aceite	X		X	X	X	X
16	Cambiar el aceite hidráulico del embrague			X			X
17	Cambiar el filtro del aceite hidráulico del embrague.			X			X
18	Embrague- comprobar los niveles del aceite hidráulico				X	X	
19	Prueba de funcionamiento del interruptor del mecanismo hidráulico				X	X	
20	Prueba de funcionamiento del interruptor del embrague.			X	X	X	X
21	Prueba de funcionamiento de los motores impulsores de la correa			X	X	X	X
22	Prueba de funcionamiento de la excéntrica de ataque directo			X	X	X	X
23	Prueba de funcionamiento de los cilindros hidráulicos			X	X	X	X
24	Funcionamiento hidráulico-examinar el tanque para la validez y la calidad		X	X	X	X	X
25	Examinar el desgaste de las juntas y desgastes.		X	X	X	X	X
26	Volver a apretar todos los conectores de los tornillos hidráulicos			X	X	X	X
27	Abrir el cono giratorio o móvil -examinar todas los anillo de trituración o cóncavos.	X		X	X	X	X
28	Inspección visual de los anillo de trituración (límite de desgaste)	X		X	X	X	X
29	Inspección visual de el bastidor para comprobar que no haya sufrido deformaciones y desgaste.	X		X	X	X	X
30	Examinar los tres rodamientos para conocer el desgaste y el posicionamiento de los mismos dentro del cono	X		X	X	X	X
31	inspección visual de la placa de trituración (límite de desgaste)	X		X	X	X	X
32	inspección visual del núcleo soporte del manto de fundición de trituración (límite de desgaste)	X		X	X	X	X
33	Cono móvil-comprobar las aberturas entre las placas de los anillos de trituración o cóncavos (uso;materia;tamaño requerido)	X		X	X	X	X
34	Comprobar el correcto funcionamiento del acumulador óleo-neumático		X	X	X	X	X
35	Comprobar el correcto funcionamiento del detector de sobre presión		X	X	X	X	X

Plan de mantenimiento Trituradoras Línea de Conos		Diariamente	Semanalmente	50-100 STD	Las primeras 250 HRS	500 HRS	1000 HRS
36	Comprobar la condición de los sensores y el ajuste de los resortes		X	X	X	X	X
37	Comprobar el estado del crucero que soporta el eje, desgaste y posicionamiento.						
38	Comprobar las correas de la trituradora para saber si hay tensión y desgaste		X	X	X	X	X
39	Prueba de funcionamiento del sensor en la cubierta de la correa.			X	X	X	X
40	Examinar las placas de impacto debajo de la cinta transportadora para el desgaste y el posicionamiento		X	X	X	X	X
41	Comprobar las cintas transportadoras para saber si hay desgaste y daño		X	X	X	X	X
42	Asegurarse de que los tambores de tensión de todas las cintas tengan un balanceo/rodamiento libre	X		X	X	X	X
43	Examinar la alineación de las cintas transportadoras	X		X	X	X	X
44	Ajustar los separadores de la correa y examinarlos para un trabajo correcto.		X	X	X	X	X
45	Examine el desmantelamiento de los cauchos laterales	X		X	X	X	X
46	Asegurarse que la cinta transportadora principal y el separador magnético no tiene ninguna raja, rasgadura o material penetrante	X		X	X	X	X
47	Examinar todos los rodillos y los soportes de los rodillos para el funcionamiento, la calidad y el ajuste.		X	X	X	X	X
48	Prueba de funcionamiento del interruptor de emergencia de la cinta transportadora principal.			X	X	X	X
49	Prueba de funcionamiento del botón de apagado del empuje hidráulico en la cinta transportadora lateral			X	X	X	X
50	Cambiar el aceite del reductor del alimentador vibrante.			X	X	X	X
51	Examinar los accesorios de la tolva vibrante y del precibador		X	X	X	X	X
52	Examinar el montaje y la estabilidad de la tolva vibrante			X	X	X	X
53	Comprobar el funcionamiento del equipo de radio de control.			X	X	X	X
54	Prueba de funcionamiento de todos los interruptores de apagado de emergencia.			X	X	X	X
55	Compruebe todos los elementos de goma para saber si hay calidad y ajuste		X	X	X	X	X
56	Examinar el depósito de fuel para la validez y calidad		X	X	X	X	x
57	Asegurarse que los tornillos y los bulones están apretados firmemente	X		X	X	X	X
58	Lubricar todas las juntas giratorias y las conexiones de los bulones			X	X	X	X
59	Lubricar la planta de acuerdo con el diagrama de lubricación	X	X	X	X	X	X
60	Comprobar la calidad de las líneas de lubricación		X	X	X	X	X
Para hacer los cambios de aceites, filtros, el limpiador del aire, el agente refrigerante, por favor mirar el manual de la maquinaria o preguntar al supervisor que conozca los procedimientos *500 HRS = 500, va sumando 1000 a esta base (1500, 2500, 3500...) *1000 HRS = 1000, va sumando 1000 a esta base (2000, 3000, 4000)							

Plan de mantenimiento Planta Eléctrica		Diariamente	Semanalmente	Cada 50-100 HRS	cada 250 HRS
1	Nivel del refrigerante del radiador	X			X
2	Nivel de aceite en el motor				
3	Nivel del aceite en el cárter y/o en el gobernador hidráulico si tiene	X			X
4	Nivel del combustible en el tanque	X			X
5	Nivel de electrolito en las baterías, si es muy alto remueva el sulfato de las terminales	X			X
6	Verificar el sello del tapón del radiador				
7	Limpiar y verificar el buen estado del filtro del aire	X			X
8	Verificar el buen funcionamiento del precalentador eléctrico del agua de enfriamiento (mantener temperatura de 140° F)	X			X
9	Verificar que no haya fugas de agua en el motor o radiador	X			X
10	Verificar que no haya fugas de aceite en el motor	X			X
11	Verificar que no haya fugas de diesel en el motor, tuberías de alimentación, retorno y tanque de combustible	X			X
12	Revisar el estado de los amortiguadores	X			X
13	Revisar el estado de las mangueras de diesel del motor y el tanque de combustible	X			X
14	Operar el grupo electrógeno con carga y de esta manera comprobar que todos los elementos operan satisfactoriamente. (durante 15 minutos)		X		X
15	Limpiar el polvo que se acumula en la planta		X		X
16	Limpiar el polvo que se acumula en los pasos de aire de enfriamiento.		X		X
17	Comprobar la tensión y el buen estado de las bandas de transmisión			X	X
18	Verificar el estado de los filtros de combustible y cambiarlos si es necesario			X	X
19	Verificar el estado del filtro del aire y limpiarlo o cambiarlos si es necesario			X	X
20	Verificar todos los sistemas de seguridad, simulando una falla de red				X
21	Limpiar la batería				X
22	Apretar tornillería de soporte del silenciador				X
23	Verificar el estado de las conexiones eléctricas				X
Para hacer los cambios de aceites, filtros, el limpiador del aire, el agente refrigerante, por favor mirar el manual de la maquinaria o preguntar al supervisor que conozca los procedimientos					

Plan de mantenimiento Retroexcavadora		Diariamente	Semanalmente	cada 100 HRS	Las primeras 250 HRS	Cada 250 HRS	Las primeras 500 HRS	Cada 500 HRS	Cada 1000 HRS	Cada 2000 HRS	Cada año	Cada 5 años después de la fecha de	Cada 4000 HRS o 2 años
1	Lubricar Boom, stick y el balde de vinculación	X	X										
2	Verificar el nivel del sistema de refrigeración	X											
3	Verificar el nivel del aceite del motor, volver a llenar si es necesario	X											
4	Drenar el sistema de combustible separado de agua	X											
5	Drenar el tanque de combustible del agua y sedimentos	X											
6	Verificar el nivel de aceite del sistema hidráulico	X											
7	Probar los indicadores y medidores de la retroexcavadora	X											
8	Limpiar el núcleo del radiador.	X											
9	Inspeccionar el cinturón de seguridad y ajustar para su correcto funcionamiento	X											
10	Probar la alarma de viaje	X											
11	Verificar el tren de aterrizaje	X											
12	Reemplazar el filtro de aceite del sistema hidráulico			X	X	X		X					
13	Verificar el cronometraje de la válvula látigo del motor y de la inyección de combustible				X					X			
14	Cambiar aceite de la transmisión final									X			
15	Cambiar el aceite de giro								X				
16	Obtener una muestra del aceite del motor					X							
17	Obtener una muestra del aceite de la transmisión final					X							
18	Lubricar el marco del tren de rodadura en sus 16 puntos de lubricación					X							
19	Inspeccionar la correa para ajustarla o cambiarla si es necesario					X							
20	Limpiar el condensador del refrigerante					X							
21	Inspeccionar las mangueras de los sistemas de refrigeración					X							
22	Cambiar el aceite y el filtro del motor					X							
23	Inspeccionar el nivel del aceite de la transmisión final					X							
24	Cambiar el filtro primario del sistema de combustible					X							
25	Cambiar el filtro secundario del sistema de combustible					X							
26	Lubricar el Rodamiento de giro					X							
27	verificar el nivel del aceite de giro					X							
28	Obtener una muestra del refrigerante del sistema de refrigeración						X				X		

Plan de mantenimiento Retroexcavadora		Diariamente	Semanalmente	cada 100 HRS	Las primeras 250 HRS	Cada 250 HRS	Las primeras 500 HRS	Cada 500 HRS	Cada 1000 HRS	Cada 2000 HRS	Cada año	Cada 5 años después de la fecha de	Cada 4000 HRS o 2 años
29	Obtener una muestra del aceite del sistema Hidráulico							X					
30	reemplazar el secador de refrigerante							X		X			
31	Obtener una muestra del swing drive oil							X					
32	Limpiar el respirador del motor							X					
33	Operar el sistema de bomba de combustible							X					
34	limpiar la tapa y el filtro del tanque de combustible							X					
35	Cambiar el aceite del sistema hidráulico							X	X	X			X
36	Limpiar Batería								X				
37	Apretar posicionamiento de la batería								X				
38	reemplazar el filtro de retorno de aceite del sistema hidráulico								X				
39	Inspeccionar los rotadores de las válvulas del motor									X			
40	Lubricar el mecanismo del Swing									X			
41	Reemplazar el cinturón de seguridad											X	
<p>Para hacer los cambios de aceites, filtros, el limpiador del aire, el agente refrigerante, por favor mirar el manual de la maquinaria o preguntar al supervisor que conozca los procedimientos</p>													

Plan de mantenimiento Trituradora Estacionaria		Diariamente	Semanalmente	50-100 STD	Las primeras 250 HRS	500 HRS	1000 HRS
1	Cambiar el aceite del motor				X	X	X
2	Cambiar el filtro de aceite del motor				X	X	X
3	Cambiar el filtro diesel				X	X	X
4	Cambiar el filtro del aire						X
5	Comprobar el nivel de aceite del motor y llenarlo si es necesario	X		X			
6	Comprobar los filtros de aire y limpiarlos si es necesario	X		X	X	X	
7	Comprobar el refrigerador del agua y el refrigerador del aceite para saber si hay contaminación y limpiar en caso de necesidad	X		X	X	X	X
8	Motor diesel- comprobar los niveles de refrigeración y subirlos si es necesario (media anticongelante-30°)	X		X	X	X	X
9	Refrigerados del Agua- verificar el número de revoluciones del ventilador			X	X	X	X
10	Refrigerador del aceite- verificar el número de revoluciones del ventilador			X	X	X	X
11	Comprobar la condición del acoplador entre el motor diesel y la bomba hidráulica			X	X	X	X
12	Comprobar la condición del acoplador entre el reductor del alimentador vibrante y el motor hidráulico			X	X	X	X
13	Funcionamiento hidráulico- cambiar el aceite Hidráulico						X
14	Funcionamiento hidráulico-sustituir el filtro principal				X	X	X
15	Funcionamiento hidráulico-sustituir el filtro de aceite de escape				X	X	X
16	Tanque de aceite hidráulico- examinar el filtro de ventilación y cambiarlo si es necesario						X
17	Funcionamiento hidráulico-comprobar el nivel del aceite	X		X	X	X	X
18	Cambiar el aceite hidráulico del embrague			X			X
19	Cambiar el filtro del aceite hidráulico del embrague.			X			X
20	Embrague- comprobar los niveles del aceite hidráulico				X	X	
21	Prueba de funcionamiento del interruptor del mecanismo hidráulico				X	X	
22	Prueba de funcionamiento del interruptor del embrague.			X	X	X	X
23	Prueba de funcionamiento de los motores impulsores de la correa			X	X	X	X
24	Prueba de funcionamiento de la canaleta vibrante y del accionamiento			X	X	X	X
25	Prueba de funcionamiento de los cilindros hidráulicos			X	X	X	X
26	Funcionamiento hidráulico-examinar el tanque para la validez y la calidad		X	X	X	X	X
27	Examinar el desgaste de las juntas y desgastes.		X	X	X	X	X
28	Volver a apretar todos los conectores de los tornillos hidráulicos			X	X	X	X
29	Abrir la machacadora-examinar todas las placa de desgaste, las placas de el impactor, cuñas de anclaje y los barrones	X		X	X	X	X
30	Inspección visual de las placas del impactor(límite de desgaste)	X		X	X	X	X
31	Inspección visual de las placas del impactor (límite de desgaste)						
32	Trituradora-comprobar las aberturas entre las placas del impactor (uso;material;tamaño requerido)	X		X	X	X	X
33	Comprobar la condición de los tensores y el ajuste de los resortes		X	X	X	X	X

Plan de mantenimiento Trituradora Estacionaria		Diariamente	Semanalmente	50-100 STD	Las primeras 250 HRS	500 HRS	1000 HRS
34	Comprobar la distancia entre las placas del impactor y las placas de desgaste de las pared lateral		X	X	X	X	X
35	Comprobar las correas de la trituradora para saber si hay tensión y desgaste		X	X	X	X	X
36	Prueba de funcionamiento del sensor en la cubierta de la correa.			X	X	X	X
37	Cambiar el aceite del accionamiento del reductor de la oruga				X		X
38	Examinar la tensión de la oruga y tensionarla si es necesario		X	X	X	X	X
39	Reductores de la Oruga- comprobar los niveles del aceite y llenarlo si es necesario			X		X	
40	Examinar las placas de impacto debajo de la cinta transportadora para el desgaste y el posicionamiento		X	X	X	X	X
41	Comprobar las cintas transportadoras para saber si hay desgaste y daño		X	X	X	X	X
42	Asegurarse de que los tambores de tensión de todas las cintas tengan un balanceo/rodamiento libre	X		X	X	X	X
43	Examinar la alineación de las cintas transportadoras	X		X	X	X	X
44	Ajustar los separadores de la correa y examinarlos para un trabajo correcto.		X	X	X	X	X
45	Examine el desmantelamiento de los cauchos laterales	X		X	X	X	X
46	Asegurarse que la cinta transportadora principal y el separador magnético no tiene ninguna raja, rasgadura o material penetrante	X		X	X	X	X
47	Examinar todos los rodillos y los soportes de los rodillos para el funcionamiento, la calidad y el ajuste.		X	X	X	X	X
48	Prueba de funcionamiento del interruptor de emergencia de la cinta transportadora principal.			X	X	X	X
49	Prueba de funcionamiento del botón de apagado del empuje hidráulico en la cinta transportadora lateral			X	X	X	X
50	Cambiar el aceite del reductor del alimentador vibrante.			X	X	X	X
51	Examinar los accesorios de la tolva vibrante y del precibador		X	X	X	X	X
52	Examinar el montaje y la estabilidad de la tolva vibrante			X	X	X	X
53	Comprobar el funcionamiento del equipo de radio de control.			X	X	X	X
54	Prueba de funcionamiento de todos los interruptores de apagado de emergencia.			X	X	X	X
55	Compruebe todos los elementos de goma para saber si hay calidad y ajuste		X	X	X	X	X
56	Examinar el depósito de fuel para la validez y calidad		X	X	X	X	X
57	Asegurarse que los tornillos y los bulones están apretados firmemente	X		X	X	X	X
58	Lubricar todas las juntas giratorias y las conexiones de los bulones			X	X	X	X
59	Lubricar la planta de acuerdo con el diagrama de lubricación	X	X	X	X	X	X
60	Comprobar la calidad de las líneas de lubricación		X	X	X	X	X
Para hacer los cambios de aceites, filtros, el limpiador del aire, el agente refrigerante, por favor mirar el manual de la maquinaria o preguntar al supervisor que conozca los procedimientos							
*500 HRS = 500, va sumando 1000 a esta base (1500, 2500, 3500...)							
*1000 HRS = 1000, va sumando 1000 a esta base (2000, 3000, 4000)							

Plan de mantenimiento Trituradoras Hart		Diariamente	Semanalmente	50-100 STD	Las primeras 250 HRS	500 HRS	1000 HRS
1	Cambiar el aceite del motor				X	X	X
2	Cambiar el filtro de aceite del motor				X	X	X
3	Cambiar el filtro diesel				X	X	X
4	Cambiar el filtro del aire						X
5	Comprobar el nivel de aceite del motor y llenarlo si es necesario	X		X			
6	Comprobar los filtros de aire y limpiarlos si es necesario	X		X	X	X	
7	Comprobar el refrigerador del agua y el refrigerador del aceite para saber si hay contaminación y limpiar en caso de necesidad	X		X	X	X	X
8	Motor diesel- comprobar los niveles de refrigeración y subirlos si es necesario (media anticongelante-30°)	X		X	X	X	X
9	Refrigerados del Agua- verificar el número de revoluciones del ventilador			X	X	X	X
10	Refrigerador del aceite- verificar el número de revoluciones del ventilador			X	X	X	X
11	Comprobar la condición del acoplador entre el motor diesel y la bomba hidráulica			X	X	X	X
12	Comprobar la condición del acoplador entre el reductor del alimentador vibrante y el motor hidráulico			X	X	X	X
13	Funcionamiento hidráulico- cambiar el aceite Hidráulico						X
14	Funcionamiento hidráulico-sustituir el filtro principal				X	X	X
15	Funcionamiento hidráulico-sustituir el filtro de aceite de escape				X	X	X
16	Tanque de aceite hidráulico- examinar el filtro de ventilación y cambiarlo si es necesario						X
17	Funcionamiento hidráulico-comprobar el nivel del aceite	X		X	X	X	X
18	Cambiar el aceite hidráulico del embrague			X			X
19	Cambiar el filtro del aceite hidráulico del embrague.			X			X
20	Embrague- comprobar los niveles del aceite hidráulico				X	X	
21	Prueba de funcionamiento del interruptor del mecanismo hidráulico				X	X	
22	Prueba de funcionamiento del interruptor del embrague.			X	X	X	X
23	Prueba de funcionamiento de los motores impulsores de la correa			X	X	X	X
24	Prueba de funcionamiento de la canaleta vibrante y del accionamiento			X	X	X	X
25	Prueba de funcionamiento de los cilindros hidráulicos			X	X	X	X
26	Funcionamiento hidráulico-examinar el tanque para la validez y la calidad	X		X	X	X	X
27	Examinar el desgaste de las juntas y desgastes.	X		X	X	X	X
28	Volver a apretar todos los conectores de los tornillos hidráulicos			X	X	X	X
29	Abrir la machacadora-examinar todas las placa de desgaste, las placas e la mandíbula, cuñas de anclaje y los bulones	X		X	X	X	X
30	Inspección visual de las placas de la mandíbula (límite de desgaste)	X		X	X	X	X
31	Inspección visual de las placas de la mandíbula (límite de desgaste)						
32	Machacadora-comprobar las aberturas entre las placas de la mandíbula (uso;material;tamaño requerido)	X		X	X	X	X
33	Comprobar la condición de los tensores y el ajuste de los resortes		X	X	X	X	X
34	Comprobar la distancia entre las placas de las mandíbulas y las placas de desgaste de la pared lateral		X	X	X	X	X
35	Comprobar las correas de la trituradora para saber si hay tensión y desgaste	X		X	X	X	X
36	Prueba de funcionamiento del sensor en la cubierta de la correa.			X	X	X	X
37	Cambiar el aceite del accionamiento del reductor de la oruga				X		X
38	Examinar la tensión de la oruga y tensionarla si es necesario	X		X	X	X	X
39	Reductores de la Oruga- comprobar los niveles del aceite y llenarlo si es necesario			X		X	
40	Examinar las placas de impacto debajo de la cinta transportadora para el desgaste y el posicionamiento		X	X	X	X	X
41	Comprobar las cintas transportadoras para saber si hay desgaste y daño		X	X	X	X	X
42	Asegurarse de que los tambores de tensión de odas las cintas tengan un balanceo/rodamiento libre	X		X	X	X	X

Plan de mantenimiento Trituradoras Hart		Diariamente	Semanalmente	50-100 STD	Las primeras 250 HRS	500 HRS	1000 HRS
43	Examinar la alineación de las cintas transportadoras	X		X	X	X	X
44	Ajustar los separadores de la correa y examinarlos para un trabajo correcto.		X	X	X	X	X
45	Examine el desmantelamiento de los cauchos laterales	X		X	X	X	X
46	Asegurarse que la cinta transportadora principal y el separador magnético no tiene ninguna raja, rasgadura o material penetrante	X		X	X	X	X
47	Examinar todos los rodillos y los soportes de los rodillos para el funcionamiento, la calidad y el ajuste.		X	X	X	X	X
48	Prueba de funcionamiento del interruptor de emergencia de la cinta transportadora principal.			X	X	X	X
49	Prueba de funcionamiento del botón de apagado del empuje hidráulico en la cinta transportadora lateral			X	X	X	X
50	Cambiar el aceite del reductor del alimentador vibrante.			X	X	X	X
51	Examinar los accesorios de la tolva vibrante y del precribador		X	X	X	X	X
52	Examinar el montaje y la estabilidad de la tolva vibrante			X	X	X	X
53	Comprobar el funcionamiento del equipo de radio de control.			X	X	X	X
54	Prueba de funcionamiento de todos los interruptores de apagado de emergencia.			X	X	X	X
55	Compruebe todos los elementos de goma para saber si hay calidad y ajuste		X	X	X	X	X
56	Examinar el depósito de fuel para la validez y calidad		X	X	X	X	x
57	Asegurarse que los tornillos y los bulones están apretados firmemente	X		X	X	X	X
58	Lubricar todas las juntas giratorias y las conexiones de los bulones			X	X	X	X
59	Lubricar la planta de acuerdo con el diagrama de lubricación	X	X	X	X	X	X
60	Comprobar la calidad de las líneas de lubricación		X	X	X	X	X

Para hacer los cambios de aceites, filtros, el limpiador del aire, el agente refrigerante, por favor mirar el manual de la maquinaria o preguntar al supervisor que conozca los procedimientos.
*500 HRS = 500, va sumando 1000 a esta base (1500, 2500, 3500...)
*1000 HRS = 1000, va sumando 1000 a esta base (2000, 3000, 4000)

Anexo 35: INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

INDICADOR: Disponibilidad de equipos

RESPONSABLE	Jefe de Mantenimiento	TIPO	Cuantitativo.
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje		
FRECUENCIA	Mensual		
DESCRIPCIÓN	Este indicador mide la disponibilidad del los equipos de forma que arroja que porcentaje del tiempo total el equipo estuvo en condiciones para aportar al proceso productivo.		
FÓRMULA	$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas de parada}}{\text{Horas totales}}$		
DESCRIPCIÓN VARIABLES	<ul style="list-style-type: none"> • Trituradora estacionaria • Volqueta Dumper 3217 • Línea Móvil de conos • Volqueta Dumper 3218 • Retroexcavadora Caterpillar Cat 345 • Planta Eléctrica • Trituradora Harlt 		
FUENTE DE DATOS	Datos de horómetros, registros de trabajo mecánicos.		
BASE	90%	META	80%
RESULTADO			
OBSERVACIONES	<p>Posibles valores y su significado:</p> <p>X> Valor Base = La maquinaria esta en constante mantenimiento, por tanto, se dan muchas interrupciones en el proceso.</p> <p>X< Valor Base = Los tiempos del taller tienden a cero, por tanto no se realiza ningun tipo de gestión de mantenimiento.</p>		

INDICADOR: Precision del Inventario - Accuracy Inventory

RESPONSABLE	Jefe de almacen	TIPO	Cuantitativo
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentual		
FRECUENCIA	Mensual		
DESCRIPCIÓN	Este indicador mide el porcentaje de items que realmente se encuentran durante el conteo fisico del inventario.		
FÓRMULA	$\text{Precisión del inventario} = \frac{\text{Cantidad de items en el inventario físico}}{\text{Cantidad de items totales registrados del inventario}}$		
DESCRIPCIÓN VARIABLE	Items: Repuestos disponibles en el inventario para realizar el mantenimiento correspondiente.		
FUENTE DE DATOS	Informe de Inventarios.		
BASE	90%	META	95%
RESULTADO			
OBSERVACIONES	<p>Posibles valores y su significado:</p> <p>X > Valor Base = Todo lo que esta contabilizado en el inventario en realidad se encuentra en el inventario.</p> <p>X < Valor Base = Existen errores y fallas entre la información del inventario y lo que realmente se encuentra disponible en el inventario.</p>		

INDICADOR: Impacto del mantenimiento			
RESPONSABLES	Jefe de mantenimiento Gerente de costos y operaciones	TIPO	Cuantitativo
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje		
FRECUENCIA	Trimestral		
DESCRIPCIÓN	Se trata de un grupo de 3 indicadores, que medirán el impacto en los gastos de la cantera de la gestión del mantenimiento. El primer indicador debe medirse por cada actividad de mantenimiento que se realice.		
FÓRMULA	$\text{Gastos de MO} = \sum \text{Costo hr empleado} * \# \text{empleados} * \text{hr Mantenimiento}$ $\text{Proporción de tipo de Mant.} = \frac{\text{Gastos totales en mantenimiento preventivo}}{\text{Gastos totales en mantenimiento correctivo}}$ $\text{Impacto en Gastos totales} = \frac{\text{Gastos totales en mantenimiento}}{\text{Gastos totales de la cantera}}$		
DESCRIPCIÓN VARIABLE	<p>* Gastos de mantenimiento: Suma del total de los gastos en que incurrió la cantera para realizar las operaciones de mantenimiento.</p> <p>* Gastos mantenimiento correctivo: Se calcula de forma análoga que el mantenimiento preventivo, pero ahora con la cantidad de horas del mantenimiento correctivo.</p> <p>*Costo hora por empleado: Cantidad de dinero que devenga un mecánico de la cantera por hora trabajada.</p> <p>*Número de horas de mantenimiento: Total de horas que se utilizaron con fines de mantenimiento en la cantera.</p> <p>* Cantidad de empleados: cantidad de empleados que realizaron las actividades de mantenimiento en cada maquinaria.</p> <p>*Gastos de mantenimiento preventivo: Se calcula a partir de las horas de mantenimiento preventivo, con el total del costo y la cantidad total de mantenimiento.</p>		
FUENTE DE DATOS	Estados Financieros de la cantera		
BASE	1. 45% de los costos de mantenimiento 2. 90% 3. 10%	META	1. \$25000000 2. >40% 3. 15%
RESULTADO			
OBSERVACIONES	<p>Posibles valores y su significado:</p> <p>Gasto MO:</p> <ol style="list-style-type: none"> $X > \text{Valor base}$ = Se generan sobrecostos por excesivo mantenimiento tanto correctivo como preventivo. $X < \text{Valor base}$ = No se está invirtiendo lo suficiente en personal para el área de mantenimiento. <p>Proporción Tipo Mantenimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> $X > \text{Valor Base}$ = La mayoría de actividades de mantenimiento corresponden al tipo preventivo, el mantenimiento correctivo tiende a cero. $X < \text{Valor Base}$ = La mayoría de actividades son de mantenimiento correctivo, el mantenimiento preventivo tiende a cero. <p>Impacto en gastos totales</p> <ol style="list-style-type: none"> $X > \text{Valor Base}$ = No se está realizando una correcta gestión del mantenimiento, la mayoría de actividades de mantenimiento son correctivas y costosas. $X < \text{Valor Base}$ = Se invierte muy poco dinero en mantenimiento, lo que se debe reflejar en el desempeño de la maquinaria. 		

INDICADOR: Total Backlog			
RESPONSABLE	Jefe de mantenimiento	TIPO	Cuantitativo
UNIDAD DE MEDIDA	Semanas		
FRECUENCIA	Semestral		
DESCRIPCIÓN	Número de semanas que se demora en completar todo el mantenimiento que se necesita y se tiene planeado usando tiempo continuo sin parar, es decir, cuanto se demora la planta si se paran todas las actividades y se utiliza todo el tiempo y el talento humano en dejar todos los recursos físicos en óptimas condiciones.		
FÓRMULA	<i>Backlog = N. de semanas en que se realiza el mantenimiento sin detención de cantera</i>		
DESCRIPCIÓN VARIABLE	Número de semanas de atraso= Semanas de atraso acumuladas por las que se genera un mantenimiento tardío, el retraso debe tener su respectivo motivo, que debe quedar registrado.		
FUENTE DE DATOS	Reportes de mecánicos.		
BASE	3 semanas	META	2 semanas
RESULTADO			
OBSERVACIONES	Posibles valores y su significado: X > Valor Base = Se están incrementando el número de actividades a nivel de mantenimiento correctivo y no el preventivo. X < Valor Base = Se están incrementando el número de actividades a nivel de mantenimiento preventivo y no el correctivo.		

RESPONSABLE	Jefe de mantenimiento	TIPO	Cuantitativo
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentual		
FRECUENCIA	Bimestral		
DESCRIPCIÓN	Este indicador mide la efectividad de la gestión mantenimiento, de forma que sobre cada máquina mide las veces que se le realiza mantenimiento a determinada máquina, evaluando si la máquina ha aumentado o disminuido en cuanto a criticidad.		
FÓRMULA	<i>Incidencia de Máquina = $\frac{\text{Cantidad de mantenimientos realizado a máquina } i}{\text{Total de mantenimientos realizados a toda la maquinaria}}$</i>		
DESCRIPCIÓN VARIABLE	Cantidad de mantenimiento: Número de veces que se realiza mantenimiento a una máquina o a toda la maquinaria dependiendo del caso.		
FUENTE DE DATOS	Reportes de mecánicos.		
BASE	3%	META	<8%
RESULTADO			
OBSERVACIONES	Posibles valores y su significado: X > Valor meta = Se están incrementando el número de actividades de mantenimiento correctivo en la máquina i, debe revisarse la efectividad de las actividades de mantenimiento preventivo para la misma. Aumento de la criticidad de la máquina. X < Valor meta = Se están disminuyendo el número de actividades de mantenimiento correctivo en la máquina i. Hay disminución de la a criticidad de la máquina.		

INDICADOR: IMPACTO EN INGRESOS(FACTURACIÓN)			
RESPONSABLE	Jefe de mantenimiento	TIPO	Cuantitativo
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentual		
FRECUENCIA	Trimestral		
DESCRIPCIÓN	Este indicador mide la proporción que representa los gastos de mantenimiento con relación a los ingresos totales de la cantera Salitre Blanco, por concepto de facturación de productos vendidos.		
FÓRMULA	$\text{Impacto en facturación} = \frac{\text{Gastos de mantenimientos}}{\text{Ingresos totales de la cantera(Facturación)}}$		
DESCRIPCIÓN VARIABLE	Gastos de mantenimiento: Cantidad de dinero que se invierte en la cantera Salitre Blanco por concepto de mantenimiento de maquinaria. Ingresos totales de la cantera: Cantidad de dinero generada por concepto de ventas(facturación) de productos terminados de la cantera Salitre Blanco.		
FUENTE DE DATOS	Estados Financieros		
BASE	8%	META	15%
RESULTADO			
OBSERVACIONES	Posibles valores y su significado: X > Valor meta = Se han incrementado los gastos de mantenimiento situación que implica decaimiento en la gestión del mantenimiento X < Valor meta = Se están disminuyendo los gastos de mantenimiento situación que implica mejoramiento en la gestión del mantenimiento		

Anexo 36: CARGAS DE TRABAJO

Máquina de trituración primaria			
Tiempo máximo de máquina			
1440 minutos al día			
Tiempo utilizable			
Jornada de trabajo: 480 minutos diarios			
Tiempo en marcha (min)	Tiempo inactivo (min)	Tiempo accesorio (min)	Tiempo muerto (min)
365,676	0	0	114,324
Tiempo de marcha de norma	60min de bajo rendimiento		
305,676			

Índice de utilización de la máquina	Tiempo en marcha _____ / Tiempo utilizable	0,76
Índice de eficiencia de la máquina	Tiempo en marcha de norma _____ / Tiempo de marcha	0,84
Índice de utilización efectiva	Tiempo en marcha de norma _____ / Tiempo utilizable	0,64

PROPUESTO

Índice de utilización de la máquina	Tiempo en marcha _____ / Tiempo utilizable	0,82
Índice de eficiencia de la máquina	Tiempo en marcha de norma _____ / Tiempo de marcha	0,85
Índice de utilización efectiva	Tiempo en marcha de norma _____ / Tiempo utilizable	0,70

Volqueta rígida			
Tiempo máximo de máquina			
1440 minutos al día			
Tiempo utilizable			
Jornada de trabajo: 480 minutos diarios			
Tiempo en marcha (min)	Tiempo inactivo (min)	Tiempo accesorio (min)	Tiempo muerto (min)
276,36	149,64	54	0
Tiempo de marcha de norma			
216,36			

Índice de utilización de la máquina	Tiempo en marcha / Tiempo utilizable	0,58
Índice de eficiencia de la máquina	Tiempo en marcha de norma/Tiempo de marcha	0,78
Índice de utilización efectiva	Tiempo en marcha de norma / Tiempo utilizable	0,45

Índice de utilización de la máquina	Tiempo en marcha/Tiempo utilizable	0,64
Índice de eficiencia de la máquina	Tiempo en marcha de norma /Tiempo de marcha	0,80
Índice de utilización efectiva	Tiempo en marcha de norma / Tiempo utilizable	0,51

Máquina de trituración secundaria			
Tiempo máximo de máquina			
1440 minutos al día			
Tiempo utilizable			
Jornada de trabajo: 480 minutos diarios			
Tiempo en marcha (min)	Tiempo inactivo (min)	Tiempo accesorio (min)	Tiempo muerto (min)
344,112	0	0	135,888
Tempo de marcha de norma			
284,112			

Índice de utilización de la máquina	Tiempo en marcha /Tiempo utilizable	0,72
Índice de eficiencia de la máquina	Tiempo en marcha de norma /Tiempo de marcha	0,83
Índice de utilización	Tiempo en marcha de norma/Tiempo	0,59

Índice de utilización de la máquina	Tiempo en marcha /Tiempo utilizable	0,78
Índice de eficiencia de la máquina	Tiempo en marcha de norma/Tiempo de marcha	0,84
Índice de utilización	Tiempo en marcha de norma /Tiempo utilizable	0,65

Retroexcavadora			
Tiempo máximo de máquina			
1440 minutos al día			
Tiempo utilizable			
Jornada de trabajo: 480 minutos diarios			
Tiempo en marcha (min)	Tiempo inactivo (min)	Tiempo accesorio (min)	Tiempo muerto (min)
381,12	0	0	98,88
mpo de marcha de nor			
321,12			

Índice de utilización de la máquina	Tiempo en marcha/Tiempo utilizable	0,79
Índice de eficiencia de la máquina	Tiempo en marcha de norma /Tiempo de marcha	0,84
Índice de utilización efectiva	Tiempo en marcha de norma / Tiempo utilizable	0,67

Índice de utilización de la máquina	Tiempo en marcha/Tiempo utilizable	0,86
Índice de eficiencia de la máquina	Tiempo en marcha de norma /Tiempo de marcha	0,85
Índice de utilización efectiva	Tiempo en marcha de norma/Tiempo utilizable	0,73

Línea móvil de conos			
Tiempo máximo de máquina			
1440 minutos al día			
Tiempo utilizable			
Jornada de trabajo: 480 minutos diarios			
Tiempo en marcha (min)	Tiempo inactivo (min)	Tiempo accesorio (min)	Tiempo muerto (min)
310,236	0	10	125,106
Tempo de marcha de norma			
250,236			

Índice de utilización de la máquina	Tiempo en marcha /Tiempo utilizable	0,65
Índice de eficiencia de la máquina	Tiempo en marcha de norma/Tiempo de marcha	0,81
Índice de utilización efectiva	Tiempo en marcha de norma/ Tiempo utilizable	0,52

Índice de utilización de la	Tiempo en marcha /Tiempo utilizable	0,71
Índice de eficiencia de la máquina	Tiempo en marcha de norma/Tiempo de marcha	0,82
Índice de utilización efectiva	Tiempo en marcha de norma/Tiempo utilizable	0,58

Planta Eléctrica

Tiempo máximo de máquina			
1440 minutos al día			
Tiempo utilizable			
Jornada de trabajo: 480 minutos diarios			
Tiempo en marcha (min)	Tiempo inactivo (min)	Tiempo accesorio (min)	Tiempo muerto (min)
381,12	0	10	0
Tiempo de marcha de norma			
321,12			

Índice de utilización de la máquina	Tiempo en marcha /Tiempo utilizable	0,79
Índice de eficiencia de la máquina	Tiempo en marcha de norma/Tiempo de marcha	0,84
Índice de utilización efectiva	Tiempo en marcha de norma /Tiempo utilizable	0,67

Índice de utilización de la	Tiempo en marcha/ Tiempo utilizable	0,86
Índice de eficiencia de la máquina	Tiempo en marcha de norma /Tiempo de marcha	0,85
Índice de utilización efectiva	Tiempo en marcha de norma/Tiempo utilizable	0,73

Maquinaria	Utilización de máquina	Eficiencia de máquina	Utilización efectiva
TRITURADORA ESTACIONARIA	71,69%	82,56%	59,19%
VOLQUETA DUMPER # 3217	57,58%	78,29%	45,08%
LÍNEA MÓVIL DE CONOS	64,63%	80,66%	52,13%
VOLQUETA DUMPER # 3218	57,58%	78,29%	45,08%
PLANTA ELÉCTRICA	79,40%	84,26%	66,90%
TRITURADORA HARLT	76,18%	83,59%	0,00%
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR	79,40%	84,26%	66,90%

ANEXO 37: TPM – MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.

Definición del TPM

“Viene del inglés - Total productive Maintenance - TPM. El Mantenimiento Productivo Total TPM es un concepto empujado por conservación, por modificación y por mejoramiento de las máquinas y los equipos. Con el concepto de Mantenimiento Productivo Total, el mantenimiento no está más considerado solamente como una actividad no generadora de valor añadido, sino como un proceso importante del mejoramiento de la productividad global. El fin del Mantenimiento Productivo Total es reducir en lo posible las paradas de actividad por causa de mantenimiento, mejorar la productividad global implicando a todo personal. Metafóricamente, el TPM está a los equipos y máquinas lo que la medicina esta e a los seres humanos.

Historia del TPM

Evolución del concepto del mantenimiento preventivo (inventado en los Estados Unidos), el TPM es, como a menudo concierne a los conceptos del Lean Manufacturing, un concepto japonés. Las sociedades japonesas comenzaron a poner en ejecución el mantenimiento preventivo en sus fábricas alrededor de 1951. Una de estas sociedades, Nippon Denso, observó el aumento del personal dedicado a las operaciones de mantenimiento (pues costes) a medida que sus fábricas desarrollaban su nivel de automatización.

Nippon Denso entonces decidió que los operadores se harán cargo directamente de todas las operaciones de mantenimiento estándares. Esta decisión novadora transformó el mantenimiento preventivo en mantenimiento productivo donde "productivo" se refiere al hecho de que el personal de producción hace el mantenimiento. La palabra "Total" ha sido añadida para mostrar que todo el personal debería ser implicado para realizar el mejor resultado posible.

Los beneficios o ventajas del TPM

Algunos de los beneficios más importantes del Mantenimiento Productivo Total:

- Reduce los costes.
- Aumenta la productividad OPE y OEE , sin reducir la calidad de producto.
- Evita las pérdidas de todo tipo.
- Dales el 100 % de satisfacción a todos los clientes.
- Reduce los accidentes.
- Permite el control de las medidas ecologistas.

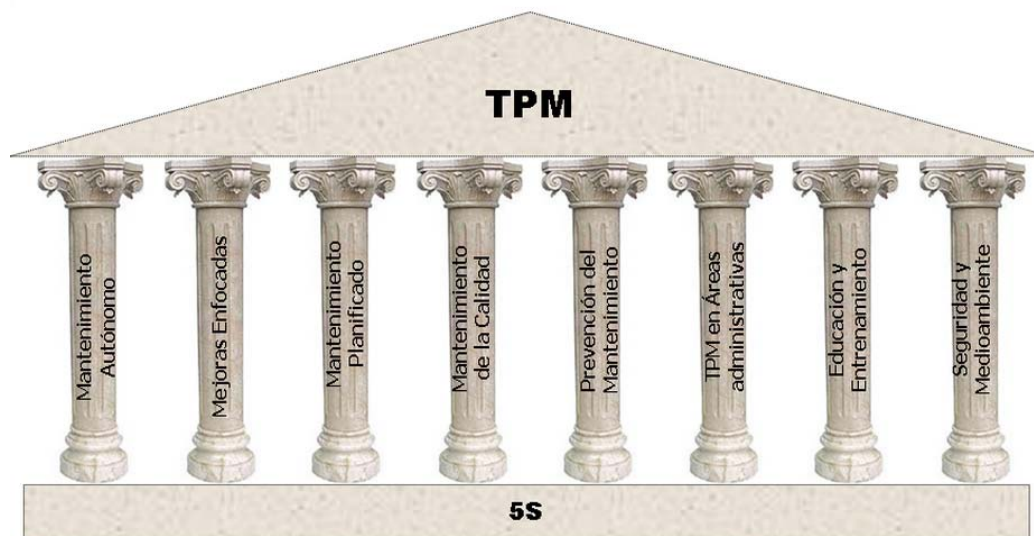
Algunos de los beneficios secundarios del Mantenimiento Productivo Total:

- Aumenta el nivel de confianza del personal.
- Hace más limpias pues más atractivas, las zonas de trabajo.
- Desarrolla el trabajo en equipo.
- Implicación más fuerte del personal.
- Relación personal fuerte entre obreros y sus máquinas y equipos.

- Ensanche de las habilidades del personal.

Estructura Básica del TPM

El TPM puede estar considerado como uno un edificio con cimientos y 8 pilares; los 8 pilares de Total Productivo Mantenimiento TPM



CIMENTOS - 5S

- **PILAR 1 - Mantenimiento Autónomo (JISHU HOZEN):** Actividades que deben realizar los operarios para mantener en condiciones adecuadas su áreas de trabajo. Enfocado en el mejoramiento del equipo, tomándolo desde el estado de deterioro en que se encuentre, para ir mejorándolo lenta pero ininterrumpidamente, hasta dejarlo como nuevo y juego mejorado en su diseño y automatización.
- **PILAR 2 - Mejoras Enfocadas (KAIZEN):** Las mejoras focalizadas son aquellas dirigidas a intervenir en el proceso productivo, con el objeto de mejorar la efectividad de la instalación; se trata de incorporar y desarrollar un proceso de mejora continua; se pretenden eliminar las grandes pérdidas ocasionadas en el proceso productivo: Para esto es necesario utilizar herramientas de análisis, que son herramientas que ayudan a eliminar los problemas de raíz.
- **PILAR 3 - Mantenimiento Planificado.**
- **PILAR 4 - Mantenimiento de la Calidad:** Se enfoca al análisis de Indicadores de Gestión de Mantenimiento, como: Órdenes de trabajo ejecutadas vs órdenes recibidas. Tiempos de paro de equipo vs horas producidas. Tiempos

entre fallas. Costos de mantenimiento vs costos de producción. Horas de mantenimiento preventivo vs horas de correctivo, etc.

- *PILAR 5* - Prevención del Mantenimiento
- *PILAR 6* - TPM en Áreas administrativas (funciones de soporte): Se aplica igual que para producción, considerando que el producto de gestión administrativa es el manejo información contable y de recursos humanos. Similar que en Producción se basa en las **5 S**: **S**eleccionar y Ordenar, **S**ituar y Organizar, **S**anear y Limpiar, **S**ostener y Estandarizar, **S**eguir y Disciplinar.
- *PILAR 7* - Educación y Entrenamiento: De acuerdo a las necesidades detectadas en las reuniones de Mantenimiento Autónomo y de otro Programas, los mismos empleados solicitan que capacitación requieren. No se trata de rondar inicialmente especialistas mecánicos o eléctricos administradores, sino dar la formación práctica básica, que realmente se requiera para mantener un determinado equipo o liderar con éxito un programa específico. Normalmente personas de la misma Empresa dan los entrenamientos asesorados por especialistas
- *PILAR 8* - Seguridad y Medioambiente: Cada grupo de mantenimiento autónomo define y pone por escrito usando gráficos, los procedimientos seguros, no contaminantes y de buenas prácticas de manufactura antes de iniciar un procedimiento de mantenimiento y lo estandarizan para que no se malgaste tiempo en volverlo a redactar, para prácticas similares. Sin embargo debe existir un grupo de especialistas internos o externos que asesoren en la implementación y seguimiento de este programa.”⁹⁵

⁹⁵ En Internet, Free Logistics - www.free-logistics.com/index.php/es/Fichas-Tecnicas/Conceptos-de-la-Cadena-de-Suministros-Supply-Chain/Mantenimiento-Productivo-Total-TPM.html

Anexo 38: RECOMENDACIONES PARA LA ADOPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE CAMBIO CULTURAL PLANTEADA.

“Resistencia significa oposición al proceso de innovación, pero antes que perturbar el orden, simplemente se manifiesta con contradicciones inherentes a la organización de trabajo. Errores naturales en los proyectos, hechos imprevisibles, recomposición de las coaliciones de poder, atrás y alteraciones en los sistemas de ganancias y pérdidas son factores que cambian las expectativas de los individuos con relación al cambio y por lo tanto, su grado de resistencia. Se recomienda que los conductores de cambio se preocupen por la resistencia desde la presentación hasta la implantación de la innovación. Durante todo el proceso se deben prever los obstáculos y dificultades, del mismo modo que los beneficios. Los problemas de resistencia deben enfrentarse inmediatamente y a medida que aparecen.

A continuación se enumeran las recomendaciones generales para reducir la resistencia al cambio:

- Consideración de valores y lealtades: Cambiar productos, servicios, tecnologías o mapas de la organización puede significar una agresión al sistema de valores existentes. Cuanto mayor sea la desconsideración por el sistema cultural mayor la reacción, la resistencia y las inadaptaciones provocadas por el cambio. Por ello es importante saber que los valores y tradiciones no se alteran rápidamente, es necesario planear un periodo de transición, y siempre recordar que no existen atajos para lograr la innovación cultural.
- Intentar la singularizar la organización: Es importante reconocer la cultura organización antes de someter a cualquier organización a un cambio, ya que esta influye notoriamente en el éxito de este. No omita detalles sino que por el contrario trate de hacer lo más detallado posible el proceso de innovación para que los procesos de la producción y los aspectos culturales puedan adaptarse a la nueva situación.
- Transferencia de poder e iniciativa: Es importante que para que el proceso de innovación funcione se le permita a los empleados la posibilidad de crear y plantear ideas innovadoras para la solución de problemas. La organización que no brinda las posibilidades a sus empleados de desarrollo profesional y personal la mayoría del tiempo falla o tienen dificultades con procesos de innovación.
- Adoptar la perspectiva globalista: El éxito de la innovación se asocia a una forma globalista o integradora de examinar los problemas los problemas. El involucrar a la organización completa en la búsqueda de soluciones para los problemas producirá mejores ambientes laborales y menores resistencias a cambios y sus efectos.
- Búsqueda de la flexibilidad: las organizaciones innovadoras poseen mayor flexibilidad en sus estructuras: las fronteras administrativas y las divisiones internas son más ambiguas y fluidas, permitiendo la libre circulación de ideas y estimulando las iniciativas individuales. Es importante reconciliar todas las contradicciones reconociendo que todos y cada uno de mis empleados y compañeros de trabajo tiene habilidades

que nos permiten consolidarnos como unidad que se hace más poderosa por equipos que individualmente.

- Favorecer formas participativas y comunicaciones auténticas: Las personas se comprometen más con los cambios en los cuales se involucran desde el principio. Permitir el libre flujo de información entre los empleados dará más posibilidades de identificar y solucionar problemas y generará más confianza entre sus empleados quienes intensificarán su interés por la innovación, tratando de ofrecer cosas mejores y buenas ya que se sentirán seguros y motivados para hacerlo.
- Tratar con equidad los derechos y prestigios individuales: Como es imposible lograr los cambios sin alterar la distribución del poder, desde el comienzo deben aclararse las consecuencias de los cambios. En un principio debe evitarse atacar los derechos y prestigio resultantes de un pasado de dedicación a la empresa. El éxito al innovar depende de la claridad inicial para garantizar, si no la cooperación, al menos la comprensión por parte de todos acerca de la necesidad de los cambios.
- Considerar los problemas pendientes: Solucionar todos aquellos asuntos pendientes para evitar fracasos y fallas, incluso cuando no tengan que ver con la innovación, esto con el fin de evitar la resistencia y el escepticismo. Por esta razón el cambio propicia la reevaluación de los recursos de poder, permite nuevas interacciones y abre nuevas perspectivas de acción.⁹⁶

⁹⁶ MOTTA, Roberto Paulo. Transformación organizacional – la teoría y la práctica de innovar. Alfaomega. Ediciones Uniandes. Bogotá.

Anexo 39: INDICADORES PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO.

Los siguientes indicadores se plantean con el fin que se les analice su utilidad dentro del proceso productivo de la cantera Salitre Blanco y el mantenimiento asociado a la maquinaria utilizada en el mismo.

- **Disponibilidad por averías** ■ $\frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de paradas por averías}}{\text{Horas totales}}$
- **Mid Time Between Failure** ■ $\frac{\text{Número Horas totales del tiempo analizado}}{\text{Número de averías}}$
- **MidTime to Repair** ■ $\frac{\text{Número de horas de paro por avería}}{\text{Número de averías}}$
- **Índice de cumplimiento de planificación** ■ $\frac{\text{Número de orden en la fecha planificada}}{\text{Número de ordenes totales}}$
- Número de Órdenes de trabajo (OT) generadas en un periodo determinado.
- Nº de Órdenes de trabajo generadas por sectores o zonas
- Nº de Órdenes de trabajo acabadas
- Nº de Órdenes de trabajo pendientes
- Nº de Órdenes de trabajo de Emergencia (prioridad máxima)
- **Tiempo medio de resolución de una OT** ■ $\frac{\text{Número de OT resueltas}}{\text{Número de horas dedicadas al mantenimiento}}$
- **Índice de mantenimiento preventivo** ■ $\frac{\text{Horas de mantenimiento preventivo}}{\text{Total de horas de mantenimiento}}$
- **Índice de mantenimiento correctivo** ■ $\frac{\text{Horas de mantenimiento correctivo}}{\text{Total de horas de mantenimiento}}$
- **Índice de Emergencias** ■ $\frac{\text{Horas OT de prioridad máxima}}{\text{Horas totales de mantenimiento}}$
- **Rotación de inventarios** ■ $\frac{\text{Valor del presupuesto consumido}}{\text{Valor del stock de repuesto}}$
- **Consumo de materiales** ■ $\frac{\text{Valor de repuestos mantenimiento}}{\text{Valor total repuestos}}$

- **Índice de Frecuencia de accidentes** = $\frac{\text{Número de accidentes}}{\text{Total de horas trabajadas}}$
- **Índice de jornadas perdidas** = $\frac{\text{Número de jornadas perdidas}}{\text{Total de horas trabajadas}}$
- **Horas de formación** = $\frac{\text{Horas de capacitación}}{\text{Horas totales de mantenimiento}}$
- **Proporción de desarrollo del programa** = $\frac{\text{Horas de capacitación reales}}{\text{Horas de capacitación programadas}}$