

DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA
DE AGREGADOS CHOCONTÁ, ENFOCADO EN EL AUMENTO DE VOLUMEN
DE PRODUCCION USANDO PILARES DE TPM

MIGUEL ÁNGEL FERNÁNDEZ RIAÑO
JAVIER ANTONIO PORRAS PEÑALOZA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2012

DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA
DE AGREGADOS CHOCNTÁ, ENFOCADO EN EL AUMENTO DE VOLUMEN
DE PRODUCCION USANDO PILARES DE TPM

MIGUEL ÁNGEL FERNÁNDEZ RIAÑO
JAVIER ANTONIO PORRAS PEÑALOZA

Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de Especialista
en Gerencia de Mantenimiento

Director:

WILLINTON ORLANDO OTÁLORA CASTILLO
Ingeniero Industrial

Especialista en Salud ocupacional y protección de riesgos laborales

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2012

DEDICATORIA

A mi Padre, quien desde el cielo guía e ilumina mi camino y mi desarrollo profesional, y a quien le debo todo lo que soy.

A mi familia por su apoyo incondicional y sus consejos, por creer en mí y acompañarme en este nuevo escalón de la vida.

Miguel Ángel Fernández

A mi esposa Nataly, por apoyarme en todo momento, porque es mi razón de ser y la musa que me inspira a seguir adelante cada día.

A mis padres por ser la base fundamental en todo lo que soy, porque me han acompañado durante toda mi trayectoria tanto académica como personal, y por su apoyo incondicional para el desarrollo de esta especialización.

Javier Antonio Porras Peñaloza

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirnos trabajar en un proyecto tan enriquecedor como este.

A Holcim (Colombia S.A.) por el apoyo que nos brindó para la ejecución de este proyecto, en cabeza del jefe de la planta de agregados Chocontá Sr. Guillermo García quien con su conocimiento y experiencia motivó el desarrollo de nuestro trabajo.

Al director del proyecto, Ingeniero Wilintón Otálora quién amablemente nos brindó su colaboración y fue de gran ayuda para la culminación de esta monografía.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	21
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
JUSTIFICACIÓN	22
OBJETIVOS	24
OBJETIVO GENERAL	24
OBJETIVOS ESPECIFICOS	24
1. GENERALIDADES DE LA ORGANIZACIÓN	25
1.1 NOMBRE DE LA EMPRESA	25
1.2 RESEÑA HISTÓRICA	25
1.2.1 HOLCIM, ámbito mundial..	25
1.2.2 HOLCIM en Colombia..	25
1.3 VISIÓN	26
1.4 MISIÓN	26
1.5 VALORES CORPORATIVOS	27
1.6 COMPROMISO CON EL DESARROLLO SOSTENIBLE	28
1.7 POLÍTICA AMBIENTAL	29
1.8 POLÍTICA DE SALUD OCUPACIONAL	

Y SEGURIDAD INDUSTRIAL (OH&S)	30
1.9 CERTIFICACIONES DE CALIDAD	30
1.9.1 Certificado ISO 14001:2004.	30
1.10 ÁREAS DE NEGOCIO	31
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LOS AGREGADOS	34
2.1 SISTEMA DE TRITURACIÓN	35
2.2 SISTEMA DE CRIBADO, LAVADO Y TRANSPORTE DE GRAVAS	37
2.3 SISTEMA DE LAVADO DE ARENA	37
2.4 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PROCESO	38
2.5 PRODUCTOS FINALES	38
3. MARCO TEÓRICO	39
3.1 MANTENIMIENTO	39
3.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO	39
3.2.1 Mantenimiento correctivo.	39
3.2.2 Mantenimiento preventivo.	40
3.3 MODELOS DE MANTENIMIENTO	41
3.3.1 Modelo correctivo.	41
3.3.2 Modelo condicional.	42
3.3.3 Modelo sistemático.	42

3.3.4 Modelo de mantenimiento de alta disponibilidad.	42
3.4 MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM)	43
3.4.1 Características del TPM.	45
3.4.2 Beneficios del TPM.	46
3.5 IMPLEMENTACIÓN DEL TPM	47
3.5.1 Fase I, Fase de introducción..	47
3.5.2 Fase II, Fase de inicio.	48
3.5.3 Fase III, Fase de ejecución.	48
3.5.4 Fase IV, Fase de estabilización.	49
3.6 PILARES DEL TPM	49
3.6.1 Mejoras enfocadas o KobetsuKaizen..	49
3.6.2 Mantenimiento autónomo o JishuHozen..	50
3.6.3 Mantenimiento planificado o progresivo.	50
3.6.4 Mantenimiento de calidad o HinshitsuHozen.	51
3.6.5 Prevención de mantenimiento..	51
3.6.6 TPM en áreas administrativas.	51
3.6.7 Entrenamiento y desarrollo de las habilidades de operación.	51
3.6.8 Seguridad y medio ambiente..	52
3.7 ESTRATEGIA DE LAS 5S	53
3.7.1 Seiri.	54

3.7.2	Seiton.	54
3.7.3	Establecer pautas para el ordenamiento.	54
3.7.4	Seiso.	55
3.7.5	Seiketsu.	55
3.7.6	Shitsuke..	55
4.	CONDICIONES ACTUALES DE LA PLANTA DE AGREGADOS DE CHOCONTÁ	57
4.1	CONDICIÓN ACTUAL	57
4.2	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO	60
4.3	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES ESTADO ACTUAL	62
5.	DIAGNÓSTICO DE LA CONDICIÓN ACTUAL MEDIANTE EL ANÁLISIS DOFA	63
5.1	ANÁLISIS DEL DIAGNOSTICO DOFA	65
6.	ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS	66
6.1	ALCANCE	66
6.2	DESARROLLO DE LA METODOLOGIA	66
6.2.1	Matriz de criticidad.	69
7.	DESCRIPCIÓN DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE AGREGADOS CHOCONTÁ	71

7.1 PRESENTACIÓN DE CAMBIOS	72
8. INDICADORES TECNICOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION Y MANTENIMIENTO Y SU PROYECCION CON LA AMPLIACION	73
8.1 SALABLE AGGREGATES PRODUCED (t).	73
8.2 PLANT ABAILABILITY, (ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD)	74
8.3 UTILIZACION INDEX, (ÍNDICE DE UTILIZACIÓN)	74
8.4 PLANT PRODUCTION RATE INDEX,(índiceTasa De Producción)	74
8.5 REE, RUNNING EQUIPMENT EFFECTIVENESS	75
8.6 INDICADORES DE MANTENIMIENTO	76
9. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE MANTENIMIENTO PROPUESTO	78
9.1 GESTIÓN ADMINISTRATIVA	78
9.1.1 Modificación del organigrama de la planta.	79
9.1.2 Descripción de cargos.	81
9.1.3 Perfiles de los nuevos cargos propuestos.	82
9.2 SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	82
9.2.1 Sistema de gestión pirámide OH&S.	83
9.2.2 Inducción y capacitación (bloque 7).	85

9.2.3 Información y reportes (bloque 11).	86
9.2.4 Inspección y testeo (bloque 13).	87
9.2.5 Seguridad en el diseño (bloque 14).	87
9.2.6 Manejo de cambios (bloque 18).	88
9.2.7 Sistema de gestión en medio ambiente.	89
9.3 EDUCACIÓN Y ENTRENAMIENTO	92
9.4 MANTENIMIENTO PLANIFICADO	96
9.4.1 Sistema de información SAP.	96
9.4.2 Sistema de mantenimiento preventivo.	97
9.4.3 Sistema de mantenimiento predictivo.	97
9.4.4 Características del mantenimiento planeado en el modelo de mantenimiento.	97
9.5 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	98
CONCLUSIONES	103
BIBLIOGRAFÍA	105
ANEXOS	107

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica Planta de agregados Chocontá. Ubicada en el municipio de Chocontá, Km. 65 vía Bogotá – Tunja.	33
Figura 2. Planta de agregados.	34
Figura 3. Diagrama proceso de fabricación.	36
Figura 4. Implementación de las 5s.	56
Figura 5. Porcentajes de distribución de los suministros de agregados por proveedor.	57
Figura 6. Porcentajes de distribución de los suministros de arena.	58
Figura 7. Porcentajes de distribución de los suministros de gravilla No 7	59
Figura 8 Porcentajes de distribución de los suministros de grava N° 5	59
Figura 9. Organigrama de la planta Chocontá.	61
Figura 10. Matriz de Riesgo	69
Figura 11. Presentación de resultados.	69
Figura 12. Montaje actual planta Chocontá.	71
Figura 13. Producción mensual de agregados vendibles.	73
Figura 14. Indicadores Técnicos planta Chocontá.	75
Figura 15. Indicadores de mantenimiento.	76

Figura 16. Organigrama propuesto.	80
Figura 17. Sistema de gestión en pirámide.	84
Figura 18. Inducción y entrenamiento.	85
Figura 19. Información y reporte.	86
Figura 20. Inspección y testeo.	87
Figura 21. Seguridad en el diseño.	88
Figura 22 Manejo de Cambios	88
Figura 23. Niveles de criticidad en los equipo de la planta de agregados Chocontá.	90
Figura 24. Estrategia de las 5S.	100
Figura 25 Identificación y señalización de los Pisos en las áreas de trabajo.	100

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Porcentaje Tipos de agregado.	33
Tabla 2. Matriz Dofa.	63
Tabla 3. Frecuencia de Fallas.	67
Tabla 4. Flexibilidad operacional	67
Tabla 5. Impacto operacional.	67
Tabla 6. Costo de mantenimiento.	68
Tabla 7. Impacto en seguridad ambiente e higiene.	68
Tabla 8. Aspectos sujetos a análisis en el sistema de gestión ambiental.	91
Tabla 9. Valoración de los procesos y actividades de la gestión ambiental.	92
Tabla 10. Programa de Capacitación.	93

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A - Tabla para el análisis de criticidad de los equipos de la planta de agregados de Chocontá	107
ANEXO B – Formato de observación de seguridad	108
ANEXO C – Valores indicadores de producción	109
ANEXO D - Valores indicadores técnicos	111
ANEXO E – Valores indicadores de mantenimiento	112
ANEXO F – Cronograma de actividades	113

RESUMÉN

TÍTULO: DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE AGREGADOS CHOCONTÁ, ENFOCADO EN EL AUMENTO DE VOLUMEN DE PRODUCCION USANDO PILARES DE TPM.*

**AUTORES: MIGUEL ÁNGEL FERNÁNDEZ RIAÑO
JAVIER ANTONIO PORRAS PEÑALOZA****

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento, Mantenimiento Total Productivo, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Planificado, Planta de Agregados.

DESCRIPCIÓN: La Gestión de Mantenimiento de la planta de agregados de Chocontá requiere del apoyo de un nuevo enfoque del Modelo de Mantenimiento. Un modelo de mantenimiento Basado en TPM resulta ser favorable y sencillo ya que toma como base los cimientos sólidos de Gestión que actualmente posee la planta.

La base fundamental para el diseño del modelo de mantenimiento propuesto es TPM, éste se considera una estrategia porque ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. Para este caso se trabajan 5 pilares –de los 8- que propone el TPM para el diseño del modelo de mantenimiento, los cuales son: Gestión administrativa, Seguridad y medio ambiente, Educación y entrenamiento, Mantenimiento planificado y Mantenimiento autónomo. La Gestión administrativa reduce las pérdidas que se pueden producir en el proceso administrativo, la Seguridad y el medio ambiente reducen las operaciones a cero accidentes y a su vez contribuyen a prevenir los riesgos que podrían afectar la integridad de las personas y generar aspectos negativos en el medio ambiente, la Educación y entrenamiento desarrolla la competencia y habilidades de las personas para garantizar altos niveles de desempeño en su puesto de trabajo, a través de programas de capacitación y lecciones de un punto, el Mantenimiento planificado se encarga de reducir gradualmente las fallas en los equipos hasta alcanzar cero fallas mediante el conocimiento de los equipos, la reversión del deterioro, los sistemas de información y el mantenimiento preventivo, por último el Mantenimiento autónomo es el encargado de la prevención del deterioro de los equipos.

* Monografía.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Willinton Orlando Otálora Castillo, Ingeniero Industrial.

SUMMARY

TITLE: DESIGN OF MODEL MAINTENANCE FOR CHOCONTA AGGREGATES PLANT, FOCUSED ON THE INCREASED VOLUME OF PRODUCTION USING PILLARS OF TPM.*

AUTHORS: MIGUEL ÁNGEL FERNÁNDEZ RIAÑO
JAVIER ANTONIO PORRAS PEÑALOZA**

KEYWORDS: Maintenance, Total Productive Maintenance, Autonomous Maintenance, Preventive Maintenance, Planned Maintenance, Aggregate Plant.

DESCRIPTION: Maintenance management on Chocontá plant aggregates requires the support of a new approach to maintenance model. A based model on TPM maintenance proves favorable and simple since builds on the solid foundation of management that currently owns the plant.

The fundamental basis for the model design is proposed maintenance TPM, it is considered a strategy because it helps create competitive skills through rigorous and systematic elimination of the deficiencies of the operating systems. For this case, working five pillars of the 8 - TPM proposed design model for maintenance, which are: Administrative management, Safety and environment, Education and training, Planned maintenance, and Autonomous maintenance. Administrative management reduces losses that may occur in the administrative process, Security and the environment operations reduce to zero accidents and in turn help to prevent risks that could affect the integrity of people and generate negative environmental aspects environment, Education and training develops competence and people skills to ensure high levels of performance in their jobs through training programs and lessons from one point, Planned maintenance is responsible for gradually reducing failures reaching zero equipment failures by knowledge of the equipment, the reversal of impairment, information systems and preventative maintenance, Autonomous maintenance ultimately is responsible for the prevention of damage to equipment.

*Monograph.

**Faculty of Physico-Mechanical Engineering, Maintenance Management Specialization. Director: Willinton Orlando Otálora Castillo, Industrial Engineer.

INTRODUCCIÓN

Dadas las condiciones actuales del negocio de la minería y teniendo en cuenta los múltiples factores que intervienen en su desarrollo el mantenimiento debe ser un gran aliado para la conservación de los buenos resultados de la organización. La planta de agregados Chocontá, dedicada a la obtención de agregados pétreos para la industria de la construcción se encuentra ad portas de llevar a cabo una ampliación en el volumen de producción básicamente con la renovación de equipos principales de ahí el interés por el desarrollo de un modelo de mantenimiento que vaya acorde con las nuevas exigencias de la organización.

El propósito fundamental de esta monografía es diseñar un modelo de mantenimiento específico para la planta de agregados Chocontá con base en el desarrollo de los pilares del TPM, por medio de los conocimientos y bases obtenidas en la Especialización de gerencia de mantenimiento ofrecida por la Universidad Industrial de Santander.

En el primer capítulo se especificará la historia y trayectoria de Holcim en Colombia, se definirá la visión, misión, valores corporativos y políticas de calidad de la compañía, luego se especificarán los diferentes tipos de mantenimiento y se definirá el Mantenimiento Total Productivo “TPM” (sigla tomada del idioma inglés).

Por último se describirá el modelo de mantenimiento propuesto y su método de implementación para la planta de agregados de Chocontá, allí se tendrán en cuenta 5 pilares para del TPM los cuales son: Gestión administrativa, Seguridad y medio ambiente, Educación y entrenamiento, Mantenimiento planificado y Mantenimiento autónomo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Planta de agregados Chocontá participa en un 12% en la producción nacional de agregado con un volumen de 43 Ton/H. Para proveer las plantas de concreto, específicamente la planta de concreto de Chía. En la actualidad la demanda de agregados va en aumento y el volumen de producción de la planta no es suficiente para abastecer de materia prima el negocio del concreto de tal forma que el agregado debe ser transportado desde otras fuentes de aprovisionamiento, incrementando tiempos de respuesta y generando sobrecostos.

Con el fin de aumentar la participación en el mercado de la planta de agregados Chocontá, se plantea un aumento en su capacidad, básicamente por la instalación de nuevos equipos en las etapas de clasificación y lavado de gravas.

De este modo, la necesidad de brindar una disponibilidad de los equipos que componen la planta de agregados, por parte del área de mantenimiento se hace mayor y debe tener una organización centrada en las condiciones específicas de la operación. De esta forma, el desarrollo de la presente monografía se encamina en diseñar un modelo de gerenciamiento para dichas condiciones en donde se enfocará en equipos críticos del proceso.

JUSTIFICACIÓN

Dadas las condiciones actuales del negocio de la minería y teniendo en cuenta los múltiples factores que intervienen en su desarrollo positiva o negativamente, el mantenimiento debe ser un gran aliado para la conservación de los buenos resultados de la organización.

Mediante la aplicación de pilares del TPM en la planta de agregados, además de cumplir con el objetivo básico del mantenimiento, se contribuirá con el cumplimiento de las normas ambientales que regulan el negocio y como tal el

sistema gerencial tendrá gran enfoque en la conservación y desarrollo de los sistemas de gestión.

Desarrollar el modelo de mantenimiento antes de hacer el montaje de los equipos resulta en grandes beneficios a la hora de poner en marcha la operación, el desarrollo de planes, rutinas, tecnologías, estrategias de contratación, se reflejara en múltiples beneficios para la empresa.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo de mantenimiento específico para la planta de agregados Chocontá con base en el desarrollo de pilares del TPM.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Hacer un diagnóstico de las condiciones actuales de mantenimiento y establecer un punto de partida en la implementación del TPM.
2. Proponer un modelo de mantenimiento según el diagnóstico realizado centrado en indicadores propios de la operación.
3. Hacer un análisis de criticidad de equipos basados en el aumento de producción.
4. Presentar una estrategia de implementación del modelo de mantenimiento, teniendo en cuenta la reducción de impacto para los factores de seguridad, calidad y medio ambiente generados con las actividades.

1.GENERALIDADES DE LA ORGANIZACIÓN

1.1 NOMBRE DE LA EMPRESA

HOLCIM (COLOMBIA) S.A.

1.2 RESEÑA HISTÓRICA

1.2.1 HOLCIM, ámbito mundial. HOLCIM (nombrada inicialmente “HOLDERBANK”) fue fundada en 1912 en una población que lleva el mismo nombre en el cantón suizo de Aargau. En 1920 la compañía empezó a invertir en otros países de Europa en el negocio del cemento, a esta iniciativa le siguió una secuencia de inversiones en el Medio oriente (Líbano y Egipto) y Sudáfrica, más exactamente en 1939, entre los años 50 y 60 se dio el desarrollo en Norteamérica y Latinoamérica, y en los años 70 el negocio se expandió hacia la región asiática.

1.2.2 HOLCIM en Colombia. En Colombia el trabajo de la compañía está representado en la producción y comercialización de cementos y concretos de máxima calidad, en la realización de las actividades que se relacionan con la obtención de agregados, la prestación del servicio de co-procesamiento o disposición definitiva de residuos industriales, y en el ofrecimiento de otros servicios como asesoría, investigación y diseño que buscan dar respuestas confiables y oportunas a las necesidades que continuamente está planteando el mercado.

A partir del ejemplo y renovación de marcas existentes en Colombia, como Concretos premezclados, y Cementos Boyacá, entre otros, Holcim ha logrado con

el paso de los años posicionarse en el país con productos competitivos y de calidad.

Actualmente el trabajo de Holcim en Colombia está representado en:

- Producción de cemento, concreto y agregados de máxima calidad.
- Comercialización de cemento y concreto de máxima calidad.
- Extracción y manejo de materiales aluviales y calizas.
- Servicios especializados de transporte de materiales y productos a través de Transcem S.A.
- Soluciones ecológicas para el manejo de residuos industriales con Eco-Procesamiento Ltda.

1.3 VISIÓN

Crear los cimientos para el futuro de la sociedad, por eso la conciencia del desarrollo sostenible es el valor agregado de nuestra operación y al mismo tiempo, una responsabilidad con la sociedad presente y futura. El compromiso de Holcim se demuestra con hechos.

1.4 MISIÓN

Ser la compañía más respetada y exitosamente operada en nuestra industria. En Colombia creamos valor para nuestros clientes, empleados, accionistas y comunidades en donde realizamos nuestras actividades. Así garantizamos un desempeño industrial y comercial exitoso en medio de una competencia cada vez más fuerte.

1.5 VALORES CORPORATIVOS

Fortalezas

- El posicionamiento de Holcim como un socio fuerte en el mercado.
- La integridad y templanza, característica fundamental de nuestra gente.
- El respaldo que da Holcim como una organización dinámica y competente con liderazgo global.

Desempeño

- Cumplimiento de las promesas pactadas con nuestros accionistas.
- Formulación continua de propuestas llevadas a la realidad para ofrecer las mejores soluciones a nuestros clientes.
- Exigencia permanente de excelencia a nuestros trabajadores.
- Disposición al cambio.
- Búsqueda constante de nuevas y mejores alternativas.
- Obtención de mejores resultados a través del trabajo en conjunto.

Pasión

- Dedicación y compromiso, nos importa cada cosa que hacemos.
- Valoramos cada persona que integra nuestra empresa por eso le procuramos lo mejor para garantizarle seguridad y desarrollo profesional.
- Aprecio por cada cliente, por eso compartimos la satisfacción de su éxito.
- Respeto y cariño por el planeta, preocupación particular por los lugares en los que vivimos y trabajamos.

- Orgullo del buen desempeño de nuestros empleados, lo reconocemos y celebramos.

1.6 COMPROMISO CON EL DESARROLLO SOSTENIBLE

El desarrollo sostenible es un factor que refleja el firme compromiso con el bienestar de la sociedad tanto en presente como en tiempo futuro, dicho factor acompaña todas las políticas adoptadas por la empresa. Holcim busca alternativas viables para obtener operaciones más limpias y seguras que permitan entregar a las nuevas generaciones un planeta sano y habitable, creando un valor sostenible para todos los involucrados con un triple enfoque de desempeño económico, responsabilidad social y balance medio ambiental.

Cabe mencionar que Holcim es firmante del Acuerdo de Basilea de protección ambiental y miembros del Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible, desde allí se originan algunos conceptos que se fundamentan para la viabilidad ambiental de la empresa:

- Desempeño económico: el objetivo de Holcim es desarrollar negocios productivos que respondan al interés de los accionistas y paralelamente sirvan para apoyar el desarrollo del país.
- Balance medio ambiental: se busca maximizar la productividad de los recursos minimizando los residuos y emisiones, esto resulta ser un valor agregado para las empresas, sus clientes y sus accionistas.
- Responsabilidad social: Holcim propone un comportamiento ético que genera desarrollo económico y al mismo tiempo mejora la calidad de vida de los trabajadores y sus familias, las comunidades y la sociedad en general se ve beneficiada por la labor de esta multinacional.

1.7 POLÍTICA AMBIENTAL

Holcim (Colombia) S.A. está comprometida con el desarrollo sostenible pues lo ve como un factor presente en las actividades de producción de cemento, concreto y agregados.

Este concepto que se le da al desarrollo sostenible se apoya en tres principios: desempeño económico, balance medioambiental y responsabilidad social, entre los cuales debe existir un perfecto equilibrio con el fin de lograr progreso económico y tecnológico, en armonía con los recursos naturales y el entorno social, y el liderar la búsqueda de alternativas viables para obtener operaciones más limpias, y de esta forma poder entregar a las generaciones futuras un planeta sano habitante y con suficientes recursos.

El compromiso ambiental incluye el cumplimiento de los requisitos legales aplicables, la búsqueda de herramientas y tecnología que favorezca la prevención de la contaminación y la mejora continua de las operaciones y procesos. Las actividades que se realizan están enmarcadas dentro de los lineamientos establecidos por la casa matriz Holcim, se cuenta con personal competente al que se le da capacitación constante, el desempeño ambiental está sujeto a medición, y se implementa y sostiene el sistema de gestión ambiental. Los objetivos de la política ambiental son:

- Racionalizar el uso de los recursos naturales para proteger el medio ambiente.
- Promover el reciclaje y manejo eco eficiente de los residuos.

1.8 POLÍTICA DE SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL (OH&S)

La principal meta en OH&S consiste en lograr “cero lesiones en las personas”, es decir, cero fatalidades a través de la aplicación de estándares y directivas que reducen o minimizan los riesgos de todos los colaboradores, contratistas, visitantes y la comunidad en general, y de la estrategia ‘Pasión por la Seguridad’ que se sustenta en hacer de la seguridad un estilo de vida. Cada uno de los colaboradores y contratistas es responsable de conocer las reglas y procedimientos de OH&S y cumplirlos, y de estar atento a la salud y a la seguridad de otras personas, como una condición de empleo la organización.

Se consideran esenciales la prevención de lesiones y enfermedades, el entrenamiento, la investigación de accidentes y actos inseguros y la aplicación de correctivos. La línea gerencial es responsable de proveer y sostener los sistemas de gestión.

1.9 CERTIFICACIONES DE CALIDAD

Las certificaciones de calidad otorgadas por el Icontec para la planta de agregados son:

- Certificado ISO 14001:2004 - Sistema de gestión ambiental por explotación y trituración de agregados pétreos en las operaciones de Manas y Chocontá.
- Certificado ISO 9001:2000 - Explotación y trituración de agregados pétreos en las plantas de Manas y Chocontá.

Certificado ISO 14001:2004. Holcim fue la primer cementera del país en recibir la certificación por Administración de Sistema de Gestión Ambiental basado en ISO 14001:2004, la cual crea un enfoque sistemático para las actividades ambientales y la mejora en los procesos, dirigido a:

- Definir los aspectos e impactos ambientales significativos para la organización.
- Plantear objetivos y metas del desempeño ambiental.
- Definir la política ambiental de la organización y establecer programas.
- Fortalecer la responsabilidad personal con el ambiente.

1.10 ÁREAS DE NEGOCIO

Producción y comercialización de cemento:

- **Cemento:** el cemento es un material inorgánico finamente pulverizado que al agregarle agua tiene la propiedad de fraguar y endurecer, incluso bajo el agua, ya sea sólo o mezclado con arena, grava u otros materiales similares, en virtud de las reacciones químicas que adquiere durante la hidratación; este material una vez endurecido conserva su resistencia y estabilidad, cuando se mezcla con agua y arena forma un conglomerado denominado mortero.

El cemento es el ingrediente principal del concreto y la sustancia que le da su propiedad adhesiva, es un polvo fino con apariencia de color gris, resultado de un proceso de transformación de calizas y arcillas que son sometidas a altas temperaturas. El tipo de cemento más usado es el Cemento Portland, llamado así por su semejanza con una piedra de la isla

de Portland (Gran Bretaña), este tipo de cemento tiene gran uso en el campo de la construcción.

- Planta de cemento: está ubicada en el municipio de Nobsa (Departamento de Boyacá), cuenta con los equipos de control ambiental más modernos del país, los cuales le permiten cumplir con los más exigentes estándares nacionales e internacionales. Su capacidad instalada de producción es de 1'600.000 toneladas de cemento al año.
- Producción y comercialización de concreto: el concreto u hormigón es una mezcla de cemento, agua, arena y grava que se endurece o fragua espontáneamente cuando entra en contacto con el aire o por transformación química interna hasta lograr consistencia pétreo. Por su durabilidad, resistencia a la compresión e impermeabilidad, se emplea para levantar edificaciones y pegar o revestir superficies y protegerlas de la acción de sustancias químicas.
- Plantas de concreto: se encuentran ubicadas en diferentes ciudades del territorio nacional, cuentan con modernas instalaciones y equipos con tecnología de punta que garantizan una operación automatizada obteniendo una producción de excelente calidad. La capacidad instalada de las plantas de concreto es de 1'980.000 metros cúbicos al año, actualmente se cuenta con 18 plantas de concreto.

Producción de agregados:

- Agregado: los agregados son componentes derivados de la trituración natural o artificial de diversas piedras, pueden ser desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra. Junto con el agua y el cemento conforman el trío de ingredientes necesarios para la fabricación de concreto.

- Plantas de agregados: Holcim cuenta con dos plantas productoras de agregados para el consumo interno, ubicadas en Chocontá (ver figura 1) y en Bogotá. Dichas plantas producen agregados de alta calidad y aplican un sistema de recuperación de áreas que reduce el impacto al medio ambiente y al paisaje, esta práctica se realiza de forma inmediata después de la explotación.

Figura 1. Ubicación geográfica Planta de agregados Chocontá. Ubicada en el municipio de Chocontá, Km. 65 vía Bogotá – Tunja.



Fuente: registro fotográfico Holcim de Colombia.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LOS AGREGADOS

Con el fin de brindar una idea más clara del proceso productivo de los agregados en Holcim, a continuación se hará una descripción tanto del proceso como de la maquinaria que interviene en el mismo (ver diagrama de proceso en la figura 3).

El proceso para la manufactura de agregados inicia con la explotación de la roca de bajo proceso (RBP), la cual es extraída por medio de una fase de corte con excavadora que se hace en la mina a cielo abierto o Cantera (ver figura 2) que se encuentra a 2 Km de la planta de beneficio; durante el proceso de explotación se hace la remoción de arcillas y materiales contaminantes, dejando la matriz de arena y gravas existentes lo más limpio que sea posible, además de seguir con el proceso de explotación generado por el área de geología y minas en donde se tienen en cuenta todos los requisitos legales y medioambientales para el desarrollo del título minero, se prepara el frente de explotación, en el que se hace el cargue en volquetas mineras, éstas son las encargadas de trasladar la roca de bajo proceso desde la mina hasta la planta en donde hacen el descargue para iniciar el proceso de beneficio.

Figura 2. Planta de agregados.



Fuente: registro fotográfico de Holcim Colombia S.A.

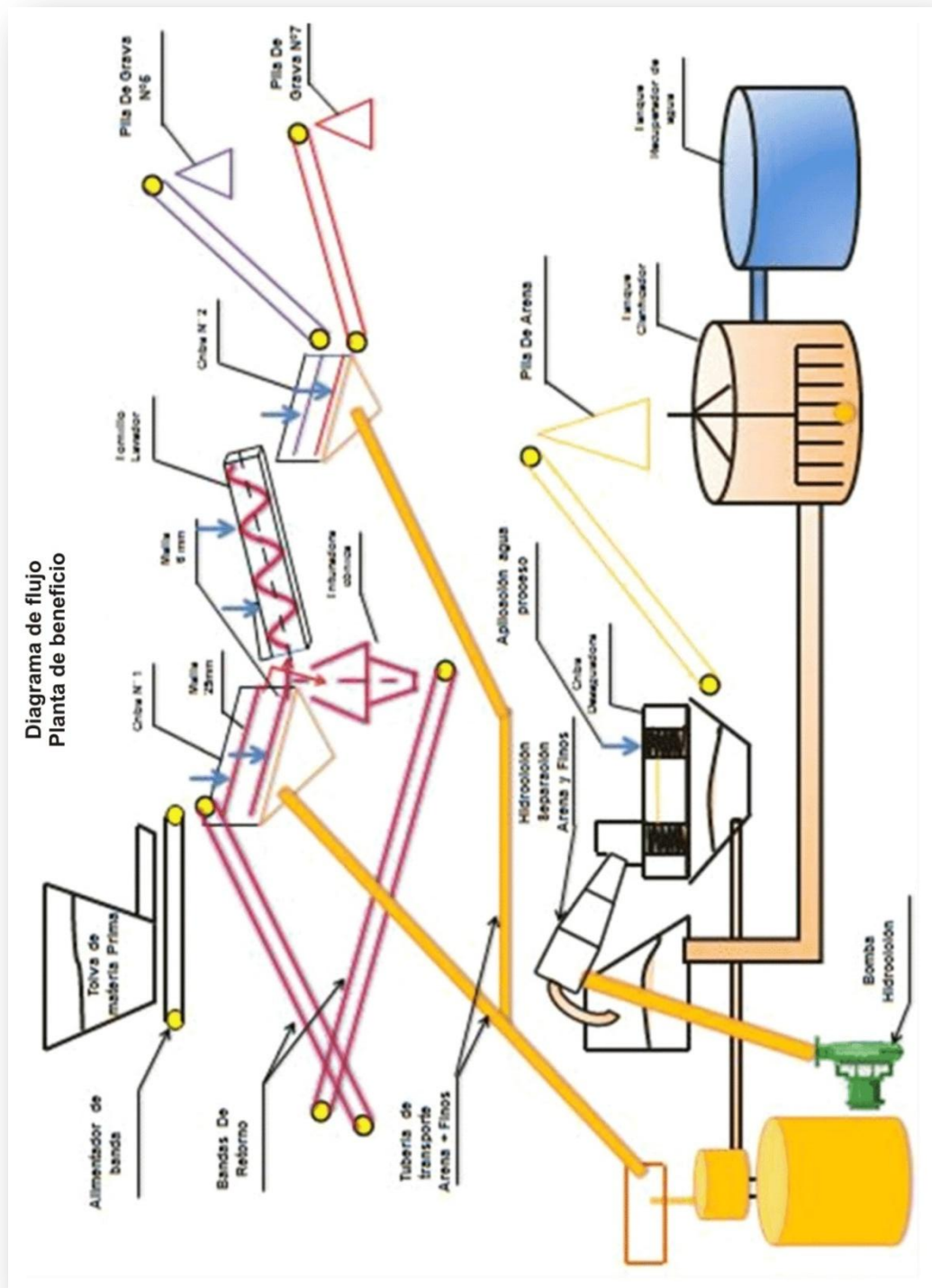
El proceso de beneficio de los agregados inicia con la alimentación de la roca de bajo proceso a una tolva, la cual es dosificada por una banda transportadora de alimentación con velocidad variable que alimenta el proceso de cribado o clasificación inicial, este paso es realizado con una criba vibratoria que se encarga de separar la roca en tres tamaños de granulometría para dar avance al proceso.

- El primer tamaño de grano es conducido a una trituradora de conos que se encarga de reducir el tamaño de la roca según parámetros de reglaje, luego el material es enviado de vuelta al cribado inicial por medio de dos bandas de retorno.
- El segundo tamaño de grano es conducido a un tornillo lavador de grava, allí, por medio de un movimiento centrífugo se retira el exceso de arcilla y contaminantes, dando inicio a la segunda etapa de clasificación.
- El tercer tamaño de grano consiste en una mezcla de agua y arena, éste es conducido por medio de tuberías hacia el sistema de lavado.

2.1 SISTEMA DE TRITURACIÓN

La trituración de la roca de bajo proceso se realiza mediante una trituradora de conos, ésta se encarga de reducir el tamaño de la roca hasta dejarla por debajo de 1 pulgada, tamaño apto para la preparación de concretos premezclados y obras asfálticas, entre otros. La trituradora de conos tiene la característica especial de proveer a las gravas de los parámetros de calidad necesarios, como lo son las caras fracturadas y el porcentaje de alargamiento.

Figura 3. Diagrama proceso de fabricación.



Fuente Holcim Colombia.

2.2 SISTEMA DE CRIBADO, LAVADO Y TRANSPORTE DE GRAVAS

El cribado de la roca de bajo proceso se realiza por medio de dos cribas vibratorias, allí se separan en tres tamaños de grano la roca de bajo proceso alimentada inicialmente mediante un proceso húmedo, lo que permite hacer un prelavado del material y un cribado final el cual permite clasificar los dos tipos de gravas de producto terminado, que son la grava N° 5 y la gravilla N° 7.

Durante las dos etapas de cribado se realiza una separación de partículas finas que van por debajo de $\frac{1}{4}$ " que son consideradas como arena mezclada con agua y finos de proceso.

El lavado de las gravas se realiza mediante un Log Washer dotado de un tornillo sinfín, que además de lavar las gravas también las transporta hacia la clasificación final; el transporte de las gravas se hace mediante bandas transportadoras de 18" de ancho con una inclinación tal que permite formar una pila de material.

2.3 SISTEMA DE LAVADO DE ARENA

La mezcla de agua y partículas finas que se logra con las clasificaciones se conduce a un Hidrociclón, éste equipo hace una separación y/o lavado de la arena, por medio de una bomba centrífuga permite retirar de la arena las partículas que se encuentran por debajo de 200 micras y que no son deseadas en el producto final, y las conduce a través de una tubería hacia un sistema de tratamiento para su reutilización. Posteriormente la arena pasa por una criba desaguadora que reduce el porcentaje de humedad contenida en la arena para hacer más eficiente el circuito y conducir a la arena hacia una banda apiladora de producto terminado.

2.4 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PROCESO

La mezcla de agua más finos de producción, es decir, las areniscas que van por debajo de las 200 micras son llevadas hacia un sistema de tratamiento por medio de tuberías, esta mezcla se lleva a un tanque clarificador en donde se le adicionan productos químicos orgánicos para acelerar su decantación. Las partículas pesadas emergen hacia el fondo del tanque y el agua sube a la superficie circulando hacia un tanque recuperador de agua que es alimentado por rebose del tanque clarificador.

El sistema de tratamiento consta de una bomba de finos que se encarga de sacar los finos concentrados en el tanque clarificador y llevarlos hacia una disposición temporal, y una bomba de agua proceso que se encarga de tomar el agua del tanque recuperador y enviarla a la planta de beneficio para el lavado de la arena y las gravas; además de una cadena de suministro en línea del producto químico y la parametrización del equipo.

2.5 PRODUCTOS FINALES

De acuerdo a la matriz existente en el frente de explotación varía la producción de los tipos de agregados, generalmente la proporción de producción es la siguiente:

Tabla 1. Porcentaje de tipos de agregado.

Tipo de agregado	Porcentaje
Arena	65%
Grava N° 5	20%
Grava N° 7	15 %

Fuente los autores.

Los aspectos descritos son la base de la planta de beneficio y en general de la producción de agregados.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MANTENIMIENTO

El mantenimiento constituye una función empresarial que permite garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones por medio de sus actividades de control, reparación y revisión; se proporciona un conjunto de técnicas y sistemas que dejan prever las averías, efectuar revisiones y hacer reparaciones eficaces, esto exige de los operarios un cumplimiento de las normas por medio del buen uso de las máquinas y de la responsabilidad que tienen al momento de desempeñar la labor que les corresponde.

3.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

3.2.1 Mantenimiento correctivo. Se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación, dentro de este tipo de mantenimiento se pueden contemplar dos tipos de enfoques:

- **Planificado:** se sabe con anticipación la forma en la que se debe proceder, qué se debe hacer específicamente, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarlo correctamente sin perjudicar la producción, corrigiendo la falla y actuando ante un hecho cierto.
- **No planificado:** debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, contaminación, aplicación

de normas legales, etc.). El correctivo de emergencia deberá actuar de forma rápida porque se debe evitar los costos y daños materiales y/o humanos que se puedan ocasionar.

3.2.2 Mantenimiento preventivo. Este tipo de mantenimiento tiene como propósito prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos, para ello se utiliza la programación de inspecciones tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, entre otros, que deben llevarse a cabo de forma periódica con base en un plan establecido y no en una demanda del operario o usuario.

Características principales del mantenimiento preventivo

- El mantenimiento preventivo se refiere a las acciones, tales como: reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc., hechas en períodos de tiempo por calendario o uso de los equipos (tiempos dirigidos).
- Dentro del mantenimiento preventivo se contempla el mantenimiento predictivo. El mantenimiento correctivo se utilizará como la acción que emana de los programas de mantenimiento preventivo y predictivo (tiempos dirigidos y condiciones dirigidas de los equipos).

Beneficios del mantenimiento preventivo

- Reduce las fallas y tiempos muertos (permite incrementar la disponibilidad de equipos e instalaciones), debe considerarse que si hay muchas fallas por atender, menos tiempo puede dedicarle al mantenimiento programado y estará utilizando un mantenimiento reactivo mucho más caro.
- Incrementa la vida de los equipos e instalaciones.
- Mejora la utilización de los recursos, cuando los trabajos se realizan con calidad y el programa se cumple fielmente, el mantenimiento preventivo incrementa la utilización de maquinaria, equipo e instalaciones, esto tiene una relación directa con el programa de mantenimiento preventivo que se hace,-lo que se puede hacer y cómo debe hacerse-.

3.3 MODELOS DE MANTENIMIENTO

Un modelo de mantenimiento hace referencia a la metodología que se utiliza para el abordaje, control y manutención de los equipos. Dentro de los modelos de mantenimiento se destacan:

3.3.1 Modelo correctivo. Este modelo es el más básico, incluye además de las inspecciones visuales y lubricación la reparación de averías que surjan. Es aplicable a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema, ni económico ni técnico; en este tipo de equipos no es rentable dedicar mayores recursos ni esfuerzos.

3.3.2 Modelo condicional. Incluye las actividades del modelo correctivo y la realización de una serie de pruebas o ensayos que condicionarán una actuación posterior, si después de esto en las pruebas se descubre una anomalía se programa una intervención; si por el contrario todo es correcto, no hay mayor actividad del modelo. Este tipo de mantenimiento es válido en aquellos equipos de poco uso o equipos que a pesar de ser importantes en el sistema productivo su probabilidad de fallo es baja.

3.3.3 Modelo sistemático. Este modelo incluye un conjunto de tareas que se realizan sin importar cuál es la condición del equipo, muestra algunas mediciones y pruebas específicas para tomar decisiones relevantes de condicionalidad, y por último, resuelve las averías que surjan. Es un modelo de gran aplicación en equipos de disponibilidad media de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos. Es importante señalar que un equipo sujeto a un modelo de mantenimiento sistemático no tiene por qué tener todas sus tareas con una periodicidad fija, simplemente, un equipo con este modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de los elementos sobre los que se trabaja, esta es la principal diferencia con los dos modelos anteriores, en los que para realizar una tarea debe presentarse algún síntoma de fallo.

3.3.4 Modelo de mantenimiento de alta disponibilidad. Es el modelo más exigente y exhaustivo de todos, se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento, equipos a los que se exige unos niveles de disponibilidad por encima del 90% por el alto coste en producción que tiene una avería. Con una exigencia tan alta, no hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático).

Para mantener estos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo que permiten conocer el estado del equipo con él en marcha, y a paradas programadas que supondrán una revisión general completa con una frecuencia generalmente anual o superior. En esta revisión se sustituyen -en general- todas aquellas piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo a lo largo del año (piezas con una vida inferior a dos años), dichas revisiones se preparan con gran antelación y no tiene porqué ser exactamente iguales año tras año.

3.4 MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM)

El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos¹. El TPM nació básicamente por la necesidad de competencia que tenía el mercado japonés frente al mercado mundial luego de la 2ª Guerra Mundial, para ello importaron técnicas de administración y manufactura de los Estados Unidos adaptándolos a su mercado; el TPM fue desarrollado por Seiichi Nakajima a comienzos de los años 70's, en 1971 se definió el término TPM por el *Japan Institute of Plant Engineers*, conocido en la actualidad como *Japan Institute for Plant Maintenance*. Una de las definiciones de TPM es:

“El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye cero accidentes, cero defectos, y cero fallos en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y procesos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta

¹ Disponible en internet <<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/definiciontpm.htm>>

*dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero perdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos."*²

Existen 5 metas fundamentales para el TPM:

1. Maximizar la eficiencia del equipo.
2. El desarrollo de un sistema de mantenimiento productivo para el ciclo de vida del equipo.
3. Involucrar a todos los departamentos de la compañía que intervienen en un equipo, desde los que planean, diseñan, usan y mantienen el equipo.
4. Comprometer a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operarios.
5. Incentivar el TPM por medio de actividades de motivación.

Debido a su origen japonés, la estrategia correspondiente atribuye un alto valor al trabajo en equipo, a los proyectos realizados por acuerdo común y a una mejora constante; este procedimiento tiende a ser más estructurado desde el punto de vista de su estilo cultural, todos los participantes o encargados comprenden su misión y por lo general actúan según un protocolo asumido.

El trabajo en equipo es tal vez el mayor valor mientras que el individualismo tiene tendencia a la desaparición, el TPM tiende a distinguir a quien tiene la capacidad de gestión para resolver una crisis, a los que se muestran a la altura de las circunstancias, y a quienes aceptan retos aparentemente insuperables y salen airoso de ellos.

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización

² GIRALDO Sebastián. Resumen Introducción al TPM. TPM General ACIEM.

industrial o de servicios. Se considera como estrategia ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos, permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, y mejora los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales. El TPM se enfoca como un sistema orientado a buscar:

- Cero accidentes.
- Cero defectos.
- Cero averías.

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costos de producción, alta moral en el trabajo y una imagen empresarial excelente. Para implementar el TPM en una compañía es necesario que la alta dirección lo incorpore dentro de las políticas de la misma, así mismo establecer las metas con el fin de que cada empleado entienda, identifique y desarrolle las metas propuestas.

3.4.1 Características del TPM. Las características más significativas del TPM son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

3.4.2 Beneficios del TPM.

Organizativos:

- Mejora de la calidad del ambiente de trabajo creando un ambiente de participación, colaboración y creatividad.
- Optimiza el control de las operaciones.
- Incrementa la moral del empleado.
- Crea una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Facilita el aprendizaje permanente.

Productividad:

- Elimina las pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reduce los costos de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.
- Disminuye el costo financiero por recambios.

Seguridad:

- Mejora las condiciones ambientales.
- Incrementa la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- Entiende el porqué de ciertas normas en lugar de anteponer el cómo hacerlas.
- Elimina radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

3.5 IMPLEMENTACIÓN DEL TPM

Para implementar el TPM son necesarias 4 fases divididas en 12 etapas.

3.5.1 Fase I, Fase de introducción. Esta fase compuesta por 5 etapas es la encargada de establecer las políticas, metas y objetivos para la consecución del TPM.

- **Etapa 1 - Declaración de introducción del TPM.** El Gerente de Planta anuncia la decisión de iniciar el proceso de implantación de TPM en la compañía, él deberá tener claro que la implementación del TPM afectará a toda la organización y no será solamente función de mantenimiento sino que será un proceso de mejora de la productividad de toda la compañía.
- **Etapa 2 - Campaña de educación en el TPM.** Entrenamiento para todo el personal involucrado en los procesos y presentaciones de divulgación para todos los colaboradores de la compañía.
- **Etapa 3 - Formación de comités y equipos del TPM.** Se crean comités para divulgar el TPM y sus enlaces con las demás áreas de la compañía.
- **Etapa 4 - Fijación de principios y metas.** Se efectúan comparaciones con otras empresas respecto al cumplimiento de las metas y pronóstico de efectos que se quieren lograr.
- **Etapa 5 - Preparación de un plan maestro para la implementación del TPM.** El plan debe abordar la preparación, evaluación de metas intermedias y finalización para cada pilar que se implemente.

3.5.2 Fase II, Fase de inicio.

- **Etapa 6 - Inauguración del TPM.** Ceremonia donde participan todos los miembros de la compañía, proveedores, entre otros. La Gerencia de la compañía declara formalmente el inicio de la implementación del TPM.

3.5.3 Fase III, Fase de ejecución.

- **Etapa 7.** Se establece un sistema de alto desempeño enfocado a la producción, se inicia la implementación de los 4 pilares básicos:
 - Mejoras enfocadas.
 - Mantenimiento autónomo.
 - Mantenimiento programado.
 - Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación.
- **Etapa 8.** Se establece un sistema de administración para la inclusión de nuevos productos y equipos.
- **Etapa 9.** Se establece el sistema de aseguramiento de la calidad.
- **Etapa 10.** Se establece un sistema para mejorar la eficiencia en los departamentos de supervisión y departamentos administrativos.
- **Etapa 11.** Se establece un sistema de gestión eficiente para la seguridad e higiene (OSHAS 18000) y medio ambiente (ISO 14000).

3.5.4 Fase IV, Fase de estabilización.

- **Etapa 12 - Implementación completa de TPM.** Logro de las metas trazadas y se establecen objetivos mucho más ambiciosos.

3.6 PILARES DEL TPM

El TPM como sistema de mejora continua se encuentra soportado en ocho grandes pilares los cuales se definen a continuación.

3.6.1 Mejoras enfocadas o KobetsuKaizen. Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas, comprometidas en el proceso productivo con el objetivo de maximizar la efectividad global de equipos, procesos y plantas, centralizándose en la eliminación continua de las pérdidas.

Las principales pérdidas se citan a continuación:

- Pérdidas por fallas.
- Pérdidas por preparación y ajustes.
- Pérdidas por paros menores.
- Pérdidas por reducción de la velocidad.
- Defectos de calidad y reprocesos.
- Pérdidas de arranque (rendimiento reducido entre el arranque y una producción estable).

3.6.2 Mantenimiento autónomo o JishuHozen. El mantenimiento autónomo es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad, su propósito es involucrar al operador en el cuidado de los equipos a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respecto a las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

Se pueden definir 7 pasos claves para el cumplimiento de este pilar:

- **Paso 1:** limpieza inicial.
- **Paso 2:** eliminar las fuentes de contaminación y áreas inaccesibles.
- **Paso 3:** creación y mantenimiento de estándares de limpieza y lubricación.
- **Paso 4:** inspección general.
- **Paso 5:** inspección autónoma.
- **Paso 6:** organización del lugar de trabajo (administración y control del lugar de trabajo).
- **Paso 7:** implantación total del programa de mantenimiento autónomo.

3.6.3 Mantenimiento planificado o progresivo. El objetivo del mantenimiento planificado es eliminar los problemas de los equipos a través de acciones de mejora, prevención y predicción. También es conocido como el mantenimiento basado en el tiempo, se utiliza para las siguientes actividades:

- Inspección periódica (semanal, mensual, anual).
- Reemplazo periódico de partes.
- Revisiones periódicas.
- Medición precisa periódica (precisión estática y dinámica).

3.6.4 Mantenimiento de calidad o HinshitsuHozen. Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto, reduciendo la variabilidad mediante el control de las condiciones de los componentes y del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Este pilar explora la identificación de los puntos de inspecciones para las condiciones de los procesos y equipos que afectan la calidad del producto con el fin de tomar las respectivas acciones correctivas en pro del mejoramiento continuo.

3.6.5 Prevención de mantenimiento. Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objetivo de reducir los costos de mantenimiento durante su explotación.

3.6.6 TPM en áreas administrativas. Esta clase de actividades involucra al equipo productivo. Departamentos encargados de la planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero sí facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, esto con menores costos, mayor oportunidad solicitada y con la más alta calidad.

3.6.7 Entrenamiento y desarrollo de las habilidades de operación. Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos, señala el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo determinado. El entrenamiento para el personal operativo se debe encaminar en las siguientes áreas:

- Técnicas de diagnóstico en general.
- Técnicas de diagnóstico para equipo básico.
- Teoría de vibración.
- Contramedidas de fallas.
- Reglas de inspección general.
- Estudios de análisis PM (por área).
- Elementos de máquinas.
- Lubricación.
- Sistemas de impulsión.
- Hidráulica.
- Neumática.
- Sistemas eléctricos.

3.6.8 Seguridad y medio ambiente. Este pilar tiene como propósito mejorar las condiciones de una fábrica con relación a la disminución de riesgos potenciales de accidentes y efectos negativos al medio ambiente.

Cero accidentes que dependen de:

- Capacitación (operación correcta maquinaria).
- Protección personal (seguridad industrial).
- Diseño de la maquina (guardas de seguridad).

Cero contaminaciones al medio ambiente tanto interno como externo:

- Cero contaminaciones del aire.
- Cero contaminaciones de agua.
- Cero ruidos.

3.7 ESTRATEGIA DE LAS 5S

Las cinco “s” son cinco palabras del idioma japonés que comienzan por la letra **S** y están asociadas a la industria como la base de los procesos de mejora de la productividad en las diferentes áreas de trabajo, estas cinco palabras resumen principios, comportamientos y actitudes que una persona de cualquier organización debe tener en cuenta para actuar de forma correcta y efectiva en sus actividades diarias. Las cinco S son las siguientes:

- SEIRI (ordenar y seleccionar).
- SEITON (organizar y situar).
- SEISO (limpiar y sanear).
- SEIKETSU (sostener y estandarizar).
- SHITSUKE (disciplinar y seguir).

Las cinco “s” son la base de los procesos de mejora continua como el control total de calidad, sistemas de producción Justo a Tiempo (*JIT Just In Time*), *MazzCustomization* y gestión de la productividad total. (Ver figura 4). El propósito de su práctica es crear un entorno de respeto y responsabilidad con los recursos, una cultura de mejora permanente y comportamiento disciplinado del actuar, conforme a los procedimientos para que las áreas de trabajo sean más eficientes y productivas. Los beneficios de implementar la herramienta de las 5s para los empleados de la empresa son:

1. Mejora los sistemas de trabajo.
2. Hace más agradable el lugar de trabajo.
3. Mejora la calidad en los talleres y plantas.
4. Aumenta el nivel de seguridad en los sitios de trabajo.
5. Facilita la comunicación con los trabajadores.

6. Vitaliza las fábricas e industrias para lograr los más altos niveles de productividad.
7. Educa y compromete a todos los integrantes del grupo de trabajo en procesos de colaboración para mantener impecables las áreas de trabajo.

3.7.1 Seiri. Es la primera de las 5 fases, consiste en identificar y separar los materiales que realmente se necesitan de los innecesarios y en eliminar los últimos. Recomendaciones para su aplicación:

- Apartar todo lo que se use por lo menos una vez al mes.
- Apartar todo lo que se use menos de una vez por semana.
- Apartar todo lo que se use menos de una vez por día.
- Ubicar en el área de trabajo lo que se use menos de una vez por día.
- Dejar al alcance de la mano lo que se use menos de una vez por hora.
- Desechar todo lo que se use menos de una vez al año.

3.7.2 Seiton. “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”. Situar en forma organizada lo que sirve en el área de trabajo, así mismo su correcta identificación con el fin de evitar las pérdidas de tiempo y energía en la búsqueda de herramientas y materiales. Recomendaciones para la aplicación del Seiton en el Área los siguientes puntos:

3.7.3 Establecer pautas para el ordenamiento.

- Ordenar razonablemente el área.
- Ubicar los objetos a la vista.
- Clasificar los objetos por orden de uso, ubicando más cerca los de uso habitual.

3.7.4 Seiso. Mantener las herramientas y las maquinas así como el área de trabajo en optimas condiciones de aseo (recordar el aseo es salud), para ello se deben identificar las fuentes de suciedad y luego eliminarlas. Recomendaciones para la aplicación del Seiso en el Área los siguientes puntos:

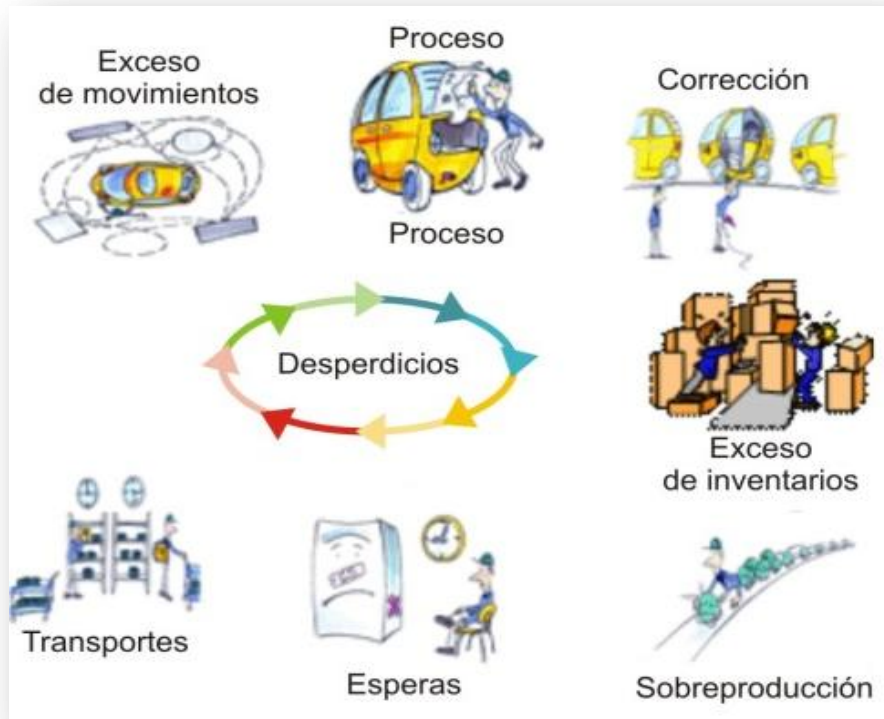
- Limpiar, inspeccionar y detectar las anomalías.
- Facilitar la limpieza y la inspección.
- Eliminar la fuente de suciedad.

3.7.5 Seiketsu. Definir y respetar el lugar de cada cosa manteniendo la limpieza y el orden. Recomendaciones para la aplicación del Seiso en el Área:

- Aplicar señales para la ubicación de los objetos.
- Capacitar al personal en el manejo y cuidado del orden.
- Realizar un estándar de los procesos realizados en el área.

3.7.6 Shitsuke. Disciplina, mantener los 4 casos anteriores en todo momento, control total del cumplimiento de las 5s, una aplicación que hace parte de la rutina, se vuelve un aspecto intrínseco al que hacer de las labores cotidianas.

Figura 4. Implementación de las 5s.



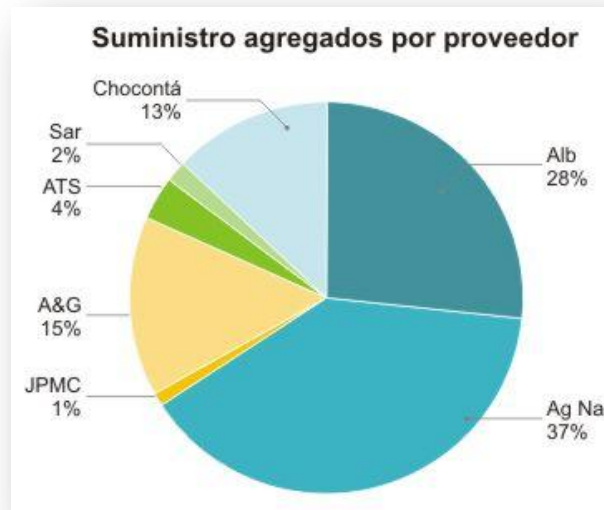
Fuente: Jairo Tapia Presentación 5S– Universidad Central.

4.. CONDICIONES ACTUALES DE LA PLANTA DE AGREGADOS DE CHOCONTÁ

4.1 CONDICIÓN ACTUAL

Actualmente la planta de agregados Chocontá participa en un 13% (ver figura 5) de la producción nacional de agregado con un volumen de 43 Ton/H, para abastecer las plantas de concreto de la compañía, específicamente la planta de concreto de Chía. La tendencia de la demanda de agregados va en aumento y el volumen de producción de la planta no es suficiente para proveer a los clientes, de tal forma que el agregado debe ser transportado desde otras fuentes de aprovisionamiento, incrementando tiempos de respuesta, problemas de calidad y generando sobrecostos. Con el fin de aumentar la participación en el mercado de la planta de agregados Chocontá se planteó por parte de la gerencia un aumento en la capacidad de producción, básicamente por la instalación de nuevos equipos en las etapas de clasificación y lavado de gravas.

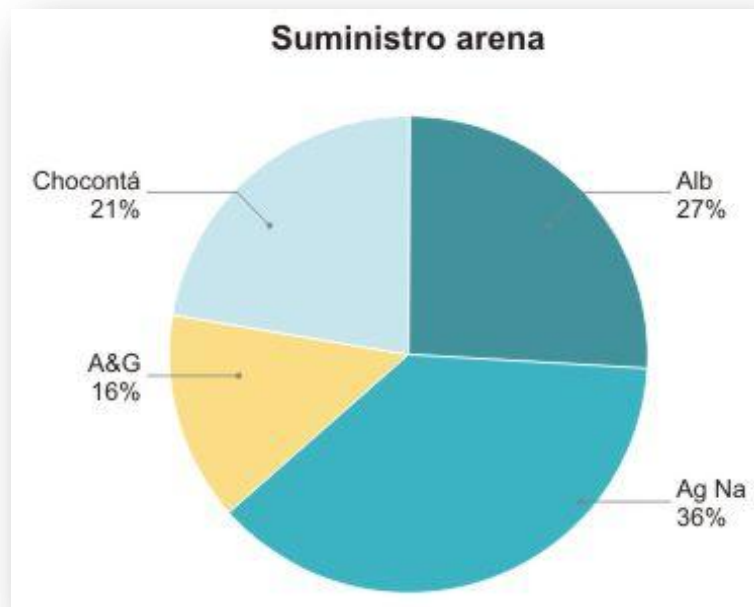
Figura 5. Porcentajes de distribución de los suministros de agregados por proveedor.



Fuente Holcim Colombia S.A.

En la siguiente figura se discrimina el porcentaje de participación en el producto final Arena, se observa que una característica fundamental de la planta de agregados Chocontá es la alta producción y comercialización de arena, dado que son pocos los proveedores que cumplen los estándares de calidad exigidos por las plantas de concreto.

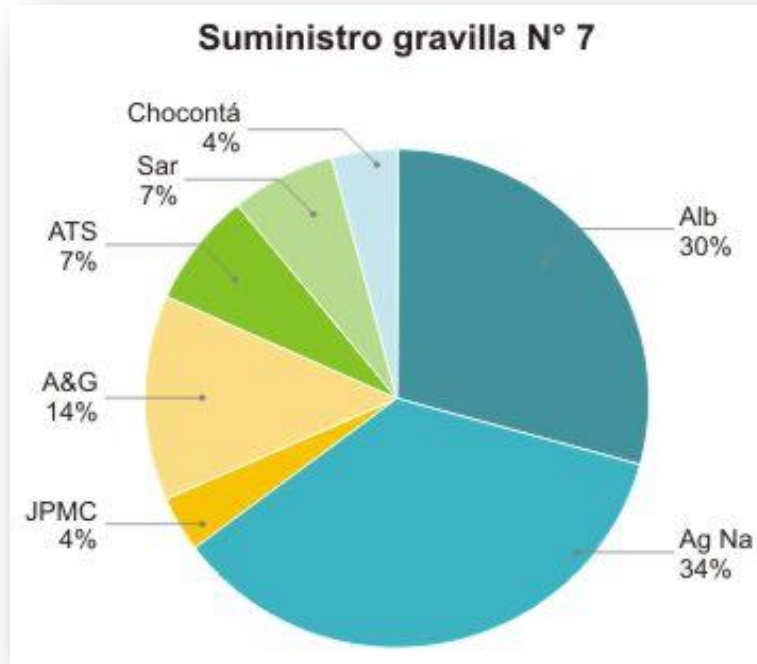
Figura 6. Porcentajes de distribución de los suministros de arena.



Fuente: Holcim Colombia S.A.

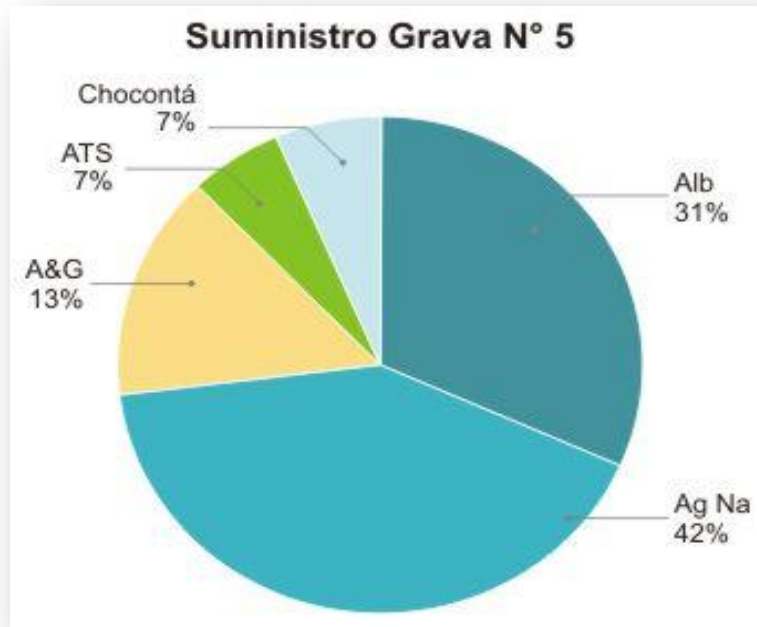
En contraste y dada la matriz de roca de bajo proceso que se tiene en la mina, se produce y comercializa en participación lo siguiente:

Figura 7. Porcentajes de distribución de los suministros de gravilla No 7.



Fuente; Holcim Colombia S.A.

Figura 8. Porcentajes de distribución de los suministros de grava N° 5.



Fuente: Holcim Colombia S.A.

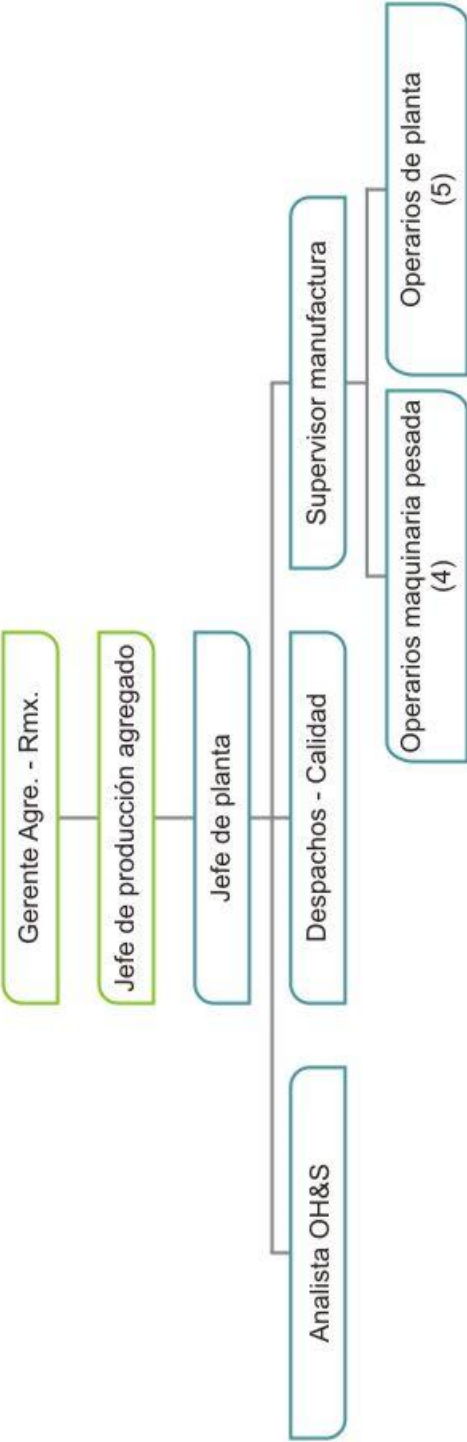
Se observa que en la comercialización de gravas contribuyen más proveedores y por tanto no es un producto crítico, sin embargo con el mejoramiento de la producción en la planta se incrementará de manera proporcional la producción de gravas.

Toda la operación de la planta Chocontá, como el proceso de explotación y beneficio, se realiza con personal propio y recursos designados mediante una planeación estratégica de la alta gerencia, dentro de la cual se presupuestan los recursos para el área de mantenimiento de la planta y se basan en un plan maestro de mantenimiento anual.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO

Actualmente la gestión de mantenimiento en la planta Chocontá se encuentra cubierta en su totalidad por el personal que participa en el área de manufactura y realiza otras actividades dentro de ésta, razón por la cual en el organigrama (figura 9) no se identifican cargos específicos del área, básicamente el mantenimiento se desarrolla de la siguiente manera.

Figura 9. Organigrama de la planta Chocontá.



Fuente Holcim Colombia S.A.

4.3 DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES ESTADO ACTUAL

- Jefe de planta: encargado del control presupuestal del mantenimiento, costos, gastos de actividades, aprobaciones de intervenciones y planeación de actividades macro de mantenimiento.
- Supervisor de manufactura: encargado de la planeación de las actividades de mantenimiento, plan semanal, plan mensual, plan maestro, supervisión e interventoría en la ejecución de las actividades, diagnósticos, solicitud de materiales, insumos, repuestos, seguimiento a solicitudes y control de proveedores, ejecución de proyectos, registro y alimentación del sistema de información SAP en el modulo de mantenimiento.
- Operarios de planta: ejecutores de actividades de mantenimiento en campo.
- Analista OH&S: encargado de mantener los sistemas de gestión de seguridad industrial, salud ocupacional, capacitaciones y en general temas relacionados con control de personal y trabajos de alto riesgo.

5. DIAGNÓSTICO DE LA CONDICIÓN ACTUAL MEDIANTE EL ANÁLISIS DOFA

Mediante el análisis de la condición actual de la planta de agregados Chocontá por medio del análisis DOFA se pretende buscar un punto de partida para la propuesta del modelo de mantenimiento.

Tabla 2. Matriz Dofa.

	Fortalezas	Debilidades
<p style="text-align: center;">MATRIZ DOFA BASADA EN EL ANÁLISIS DE LA PLANTA DE AGREGADOS CHOCONTÁ EN CONJUNTO CON SU GESTIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Presupuesto y control de costos definido y eficiente. • Indicadores de gestión definidos para el área y controlados por la administración. • Sólido sistema de información SAP para integración entre áreas. • Cultura de seguridad entre los colaboradores. • Disponibilidad de equipos para mantenimiento, buena coordinación con producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de respuesta para la adquisición de materiales y repuestos muy lento. • Personal de mantenimiento con pocas bases de formación técnica. • Escasa información de la maquinaria (datos, reportes, informes). • Sistema de información SAP subutilizado. • Falta personal administrativo para el control y manejo de información de mantenimiento. • Escaso stock de repuestos críticos en almacén.

<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abastecimiento de otros clientes internos hasta ahora no relacionados, como planta sur o planta occidente. • Nivelar la gestión del mantenimiento en la planta Chocontá con otras plantas de la compañía. • Integrar la gestión de OH&S con la gestión del mantenimiento en pro de la mejora continua. • Dar proyección al negocio de los agregados a nivel gerencial de la compañía. 	<p>Estrategias F.O.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Implementación de un modelo de mantenimiento basado en la aplicación de pilares de TPM que permita elevar el nivel de confiabilidad en los equipos y dar adecuado aprovechamiento al sistema de información SAP. 2. Integrar metodologías existentes de OH&S con la gestión de mantenimiento con el fin de minimizar el impacto en el personal. 3. Integrar mediante el modelo de mantenimiento las áreas fundamentales de la planta de producción y mantenimiento en búsqueda del fortalecimiento de la empresa. 	<p>Estrategias D.O.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer un análisis de criticidad de equipos utilizando un método definido por Holcim Latam y con base en él proponer una reorganización del almacén de repuestos. 2. Integrar capacitaciones técnicas definidas dentro del programa definido de OH&S de tal forma que actúen en conjunto en grupos específicos. 3. Hacer una organización del organigrama de mantenimiento y suplir los cargos necesarios para la implementación del modelo de mantenimiento.
<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambios en la reglamentación nacional minera amenaza la estabilidad de la planta. 	<p>Estrategias F. A.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Garantizar el presupuesto necesario para la ejecución de las obras comunales necesarias para el desarrollo 	<p>Estrategias D. A.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer un levantamiento general de información técnica de los equipos instalados con el fin de

<ul style="list-style-type: none"> • Quejas y/o inconformidades por parte de la comunidad vecina desestabiliza la operación. • Cambios constantes en la economía y/o recesión en el sector de la construcción. 	<p>de la operación.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Desarrollar un plan de mantenimiento para áreas comunes en la mina. 3. Realizar programa de auditorías interdisciplinarias que velen por el cumplimiento de las disposiciones legales, generar indicadores de seguimiento. 	<p>garantizar su viabilidad de uso de acuerdo al sitio de operación y las condiciones ambientales y sociales.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Dar una valoración alta en el análisis de criticidad de los equipos que se involucren en el cumplimiento de disposiciones legales y generar específicamente planes de mantenimiento para garantizar su confiabilidad.
--	--	--

Continúa Tabla 2. Matriz DOFA.

Fuente: los autores.

5.1 ANÁLISIS DEL DIAGNOSTICO DOFA

Con base en el análisis del diagnóstico DOFA se propone la implementación de un modelo de mantenimiento donde se involucren las debilidades y oportunidades identificadas y con su trabajo conjunto sirvan de gran forma para mitigar las amenazas descritas imputables a la operación de la planta.

Dado el aumento de producción de la planta de agregados Chocontá las observaciones mencionadas en la matriz DOFA igualmente aumentan su impacto, por tanto resulta primordial tener control sobre los factores influyentes en la operación.

6.ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS

De acuerdo a la descripción del proceso productivo descrito anteriormente, a continuación, se presenta un análisis de criticidad de equipos de la distribución actual de la planta de agregados Chocontá.

Para el análisis de criticidad de equipos, se utilizo el método de factores ponderados basados en el concepto del riesgo, método desarrollado por *TheWoodhousePartnershipLimited*. En el cual se hace la integración entre la frecuencia de fallas de los equipos y la consecuencia de falla en el equipo; se analizan factores operacionales, costo de mantenimiento e impactos en el medio ambiente y la seguridad.

6.1 ALCANCE

En el análisis de criticidad de equipos se incluyeron los equipos pertenecientes al proceso de beneficio de la planta de agregados Chocontá según levantamiento de información realizado y la información tomada del registro en SAP.

6.2DESARROLLO DE LA METODOLOGIA

Se realizo una matriz para el análisis de criticidad de los equipos, la cual se presenta en el anexo A, donde se identifican los equipos según el código HAC relacionado a la organización del mantenimiento y la identificación actual de equipos, en la matriz se encuentran ponderados los siguientes factores:

Tabla 3. Frecuencia de Fallas.

Frecuencia de fallas	
1	Excelente, menos de 0,5 fallas al año
2	Buena 0,5 – 1 falla al año
3	Promedio, 1 -2 fallas al año
4	Pobre, mayor a 2 fallas al año

Fuente: los autores.

Tabla 4. Flexibilidad operacional.

Flexibilidad operacional	
1	Función de repuesto disponible
2	Hay opción de repuesto compartido / almacén
4	No existe opción de reproducción y no hay función de repuesto

Fuente: los autores.

Tabla 5. Impacto operacional.

Impacto operacional	
1	No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción
4	Impacta en niveles de inventario y calidad
7	Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas

10	Pérdida de todo el despacho
----	-----------------------------

Fuente: los autores.

Tabla 6. Costo de mantenimiento.

Costo de mantenimiento	
1	Inferior a 2.000.000
2	Mayor o igual a 2.000.000

Fuente: los autores.

Tabla 7. Impacto en seguridad ambiente e higiene.

Impacto en seguridad ambiente e higiene	
1	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el ambiente.
3	Provoca daños menores (ambiente - seguridad).
5	Afecta las instalaciones, causa daños severos.
7	Afecta el ambiente / instalaciones.
8	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere de la notificación a entes externos de la organización.

Fuente: los autores.

De acuerdo a la ponderación realizada se aplican las siguientes formulas para determinar la consecuencia de la falla en el equipo y la criticidad.

Consecuencia = (Impacto operacional * flexibilidad) + costo mto. + impacto SAH

Criticidad total: frecuencia de fallas * consecuencia

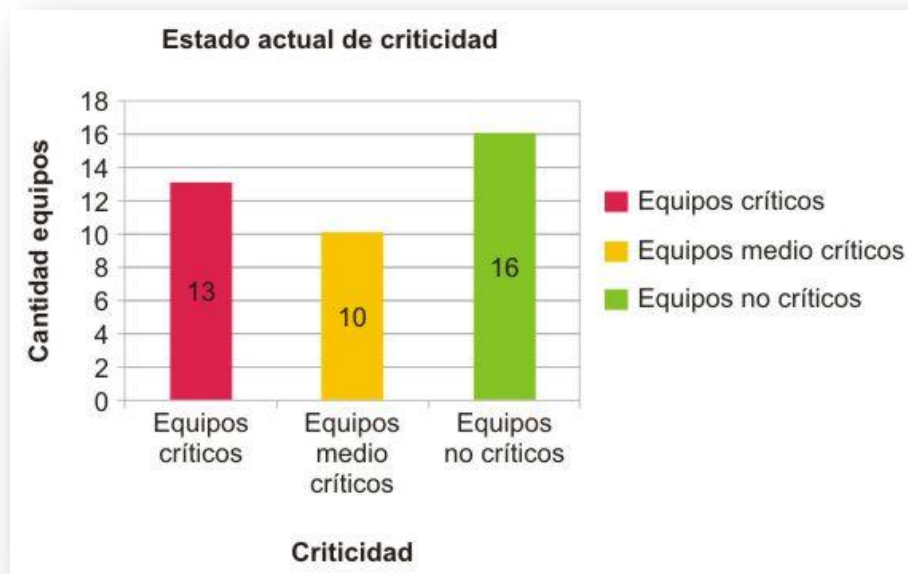
6.2.1 Matriz de criticidad. En esta matriz obtiene la criticidad bajo 3 niveles los cuales son No crítico, Medio crítico y Crítico. De la matriz de 39 equipos que se analizaron se presentan los resultados visualizados en la figura 11:

Figura 10. Matriz de riesgo.



Fuente: los autores.

Figura 11. Presentación de resultados.



Fuente: los autores.

Entre los equipos críticos se resaltan los de función primaria en la planta de beneficio como la trituradora de conos o las cribas; entre los equipos medio

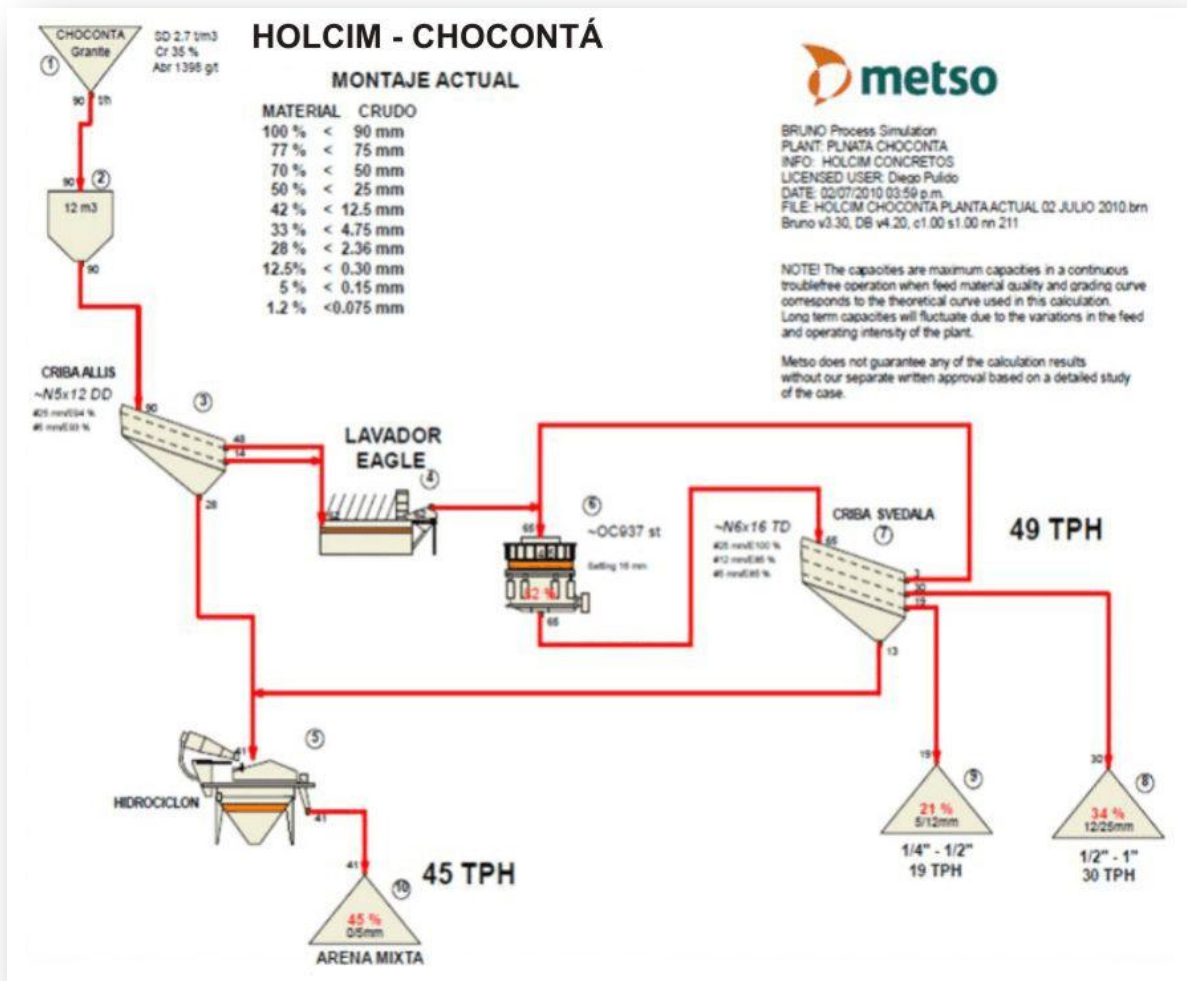
críticos se encuentran los equipos de transporte de material y los equipos no críticos son básicamente equipos auxiliares. Una de las características de los equipos críticos y medio críticos de la planta es que son equipos en serie y se ve reflejado en la ponderación del impacto operacional, es decir la criticidad de equipos es en cierta parte imputable al proceso, por tal razón ante el aumento de producción en la planta y sin importar la clase de equipos, la criticidad será factor fundamental para la toma de decisiones y la concentración de esfuerzos en mantenimiento.

La matriz completa se presenta como anexo A. De la matriz de criticidad se identifican características específicas del proceso que como complemento al análisis DOFA realizado dan la base para la propuesta del modelo de mantenimiento basado en pilares de TPM.

7.DESCRIPCIÓN DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE AGREGADOS CHOCONTÁ

A continuación se presenta un Layout de las nuevas características propuestas para la ampliación de la planta.

Figura 12. Montaje actual planta Chocontá.



Fuente: Holcim Planta Chocontá.

7.1 PRESENTACIÓN DE CAMBIOS

Dentro de la ampliación del volumen de producción en la planta se ha considerado lo siguiente:

- Cambio de los equipos en la etapa de clasificación; Se instalará una criba primaria Allis 5 x 12 de dos niveles lo que permite aumentar el área de cribado inicial, por tanto se puede aumentar la rata de alimentación al proceso y tener un cribado más eficiente y homogéneo. Se instalará una criba Svedala 1.2 x 3.3 de 3 niveles como clasificación final para la entrega de producto terminado, en donde se puede mejorar el lavado final de los materiales, además de una separación completa de gravas.
- Cambio en el equipo lavador; se instalará un Log Washer marca Eagle con dos rotores de ataque al material, lo que permitirá un excelente lavado de las gravas.
- Cambio de los equipos de transporte; se instalarán bandas transportadoras de 24" de ancho en celosía con plataforma para mantenimiento en las apiladoras de gravas y las bandas de retorno de trituración.
- Cambio de puntos de transferencia y estructuras generales en la etapa de clasificación y lavado de las gravas.

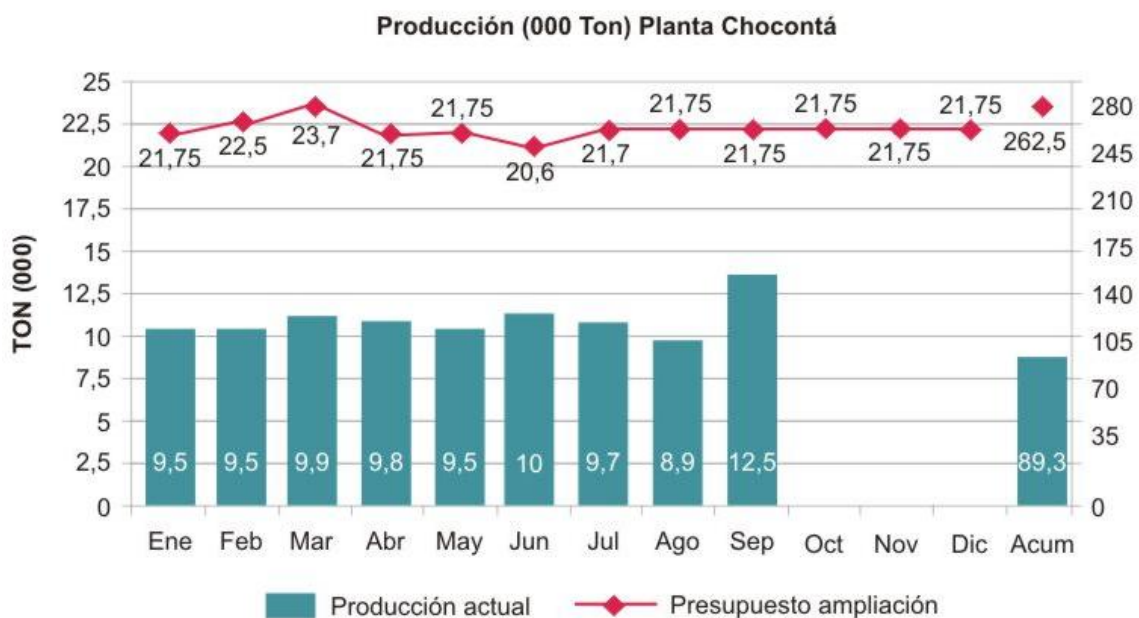
Con las modificaciones descritas, se aumentará el volumen de producción de agregados en un 107 % pasando de 43 a 90 Ton/h. Conservando el sistema actual de tratamiento de aguas y lavado de arena.

8.INDICADORES TECNICOS EN EL PROCESO DE PRODUCCION Y MANTENIMIENTO Y SU PROYECCION CON LA AMPLIACION

En la planta de agregados Chocontá se manejan los siguientes indicadores de proceso, a continuación se presenta el aumento esperado en cada uno de ellos con el proceso de ampliación.

8.1 SALABLE AGGREGATES PRODUCED (t).

Figura 13. Producción mensual de agregados vendibles.



Fuente: los autores.

Como se aprecia en la anterior figura la producción de la planta tendrá un crecimiento considerable en comparación con la producción actual.

8.2 PLANT ABAILABILITY, (ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD)

Se refiere al tiempo que la planta estuvo disponible para producir (Tiempo de Producción + Tiempo sin Alimentación) durante el Tiempo programado de Operación definido para la Planta, todas las paradas que tenga la planta por concepto de mantenimientos correctivos, fallas, varadas, entre otros. Se ven reflejadas en este indicador.

En la figura 14, se aprecia la proyección de aumento en el indicador con una meta de 90 %.

8.3 UTILIZACION INDEX, (ÍNDICE DE UTILIZACIÓN)

Se refiere al Tiempo de Producción (*Running Time*) en relación al tiempo que la planta estuvo disponible para producir (Disponibilidad). Este indicador muestra el % del tiempo total disponible que la planta fue realmente utilizada.

En la figura 14, se puede apreciar que los resultados de este indicador no son malos para la operación de la planta, con la ampliación se mantendrá la utilización al máximo hasta que la demanda de agregados lo permita.

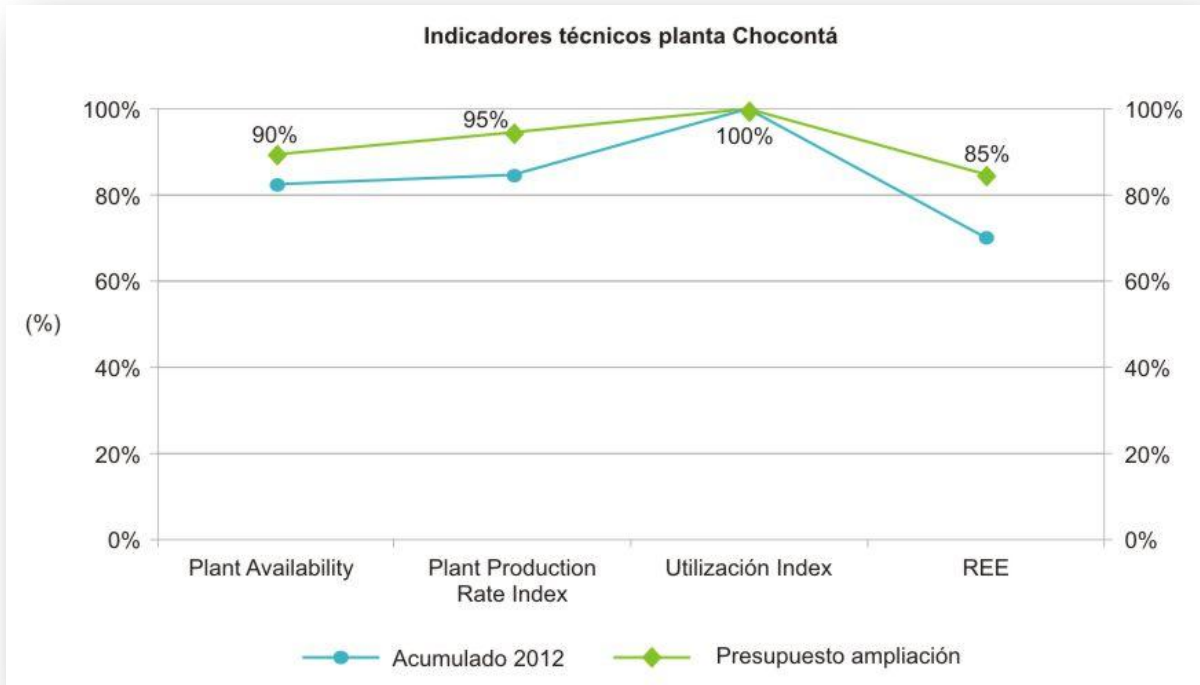
8.4 PLANT PRODUCTION RATE INDEX, (índice Tasa De Producción)

Mide la tasa real de producción en [t/h] comparado con el *Best Demonstrated Practice* (BDP) [t/h] durante un período de tiempo. Es un

indicador práctico para hacer seguimiento a condiciones de deterioro de los equipos o fallas en la operación de los mismos.

En la figura 14, se aprecia que el aumento esperado en el rendimiento con la ampliación de la planta tendrá como meta el 95 %, este indicador es dependiente de factores inherentes a la roca de bajo proceso extraída de la mina, así que también es una base para ver las características de la materia prima utilizada.

Figura 14. Indicadores técnicos planta Chocontá.



Fuente: los autores.

8.5 REE, RUNNING EQUIPMENT EFFECTIVENESS

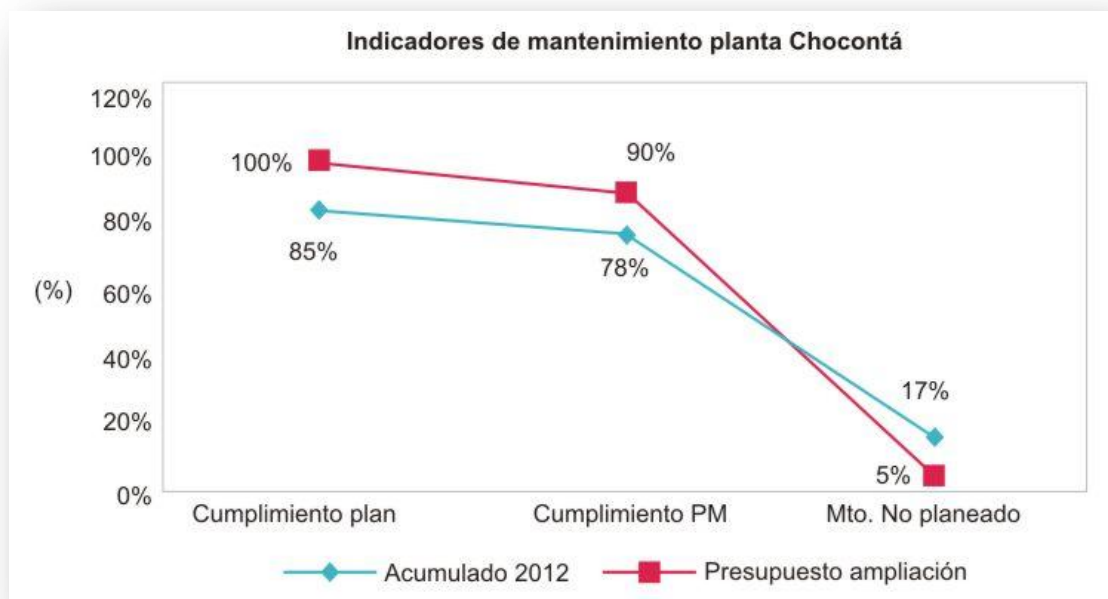
Este indicador mide el desempeño global de la planta, es considerado como el más importante en la operación de agregados ya que integra los tres conceptos fundamentales disponibilidad, eficiencia y utilización.

El aumento proyectado en este indicador es bastante exigente ya que es el desempeño de toda la planta de beneficio, proyectado a una meta del 85 %.

8.6 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Estos indicadores miden específicamente el desempeño de la gestión de mantenimiento en la planta, basado en el cumplimiento del plan de mantenimiento, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento no planeado.

Figura 15. Indicadores de mantenimiento.



Fuente: los autores.

En los indicadores de mantenimiento se ve reflejada la implementación del modelo de mantenimiento que se propone en el desarrollo del documento, siendo trascendentales para lograr las metas en los indicadores técnicos como se acaba de observar en las graficas mostradas.

9.DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE MANTENIMIENTO PROPUESTO

De acuerdo con las características mencionadas del manejo, organización, gestión, entre otros, de la planta de agregados Chocontá se propone implementar un modelo de mantenimiento basado en los 5 pilares del TPM, haciendo una integración con los sistemas de gestión actuales.

Fundamentados en las bases sólidas de gestión que posee la compañía, el implementar un modelo de mantenimiento basado en TPM resulta en buena parte favorable y sencillo, dado que los colaboradores se encuentran familiarizados con los sistemas y el TPM lo que buscará será hacer una integración entre los sistemas en pro de la obtención y consolidación de políticas actuales y orientadas a la calidad, seguridad y eficacia de todo el sistema productivo.

En los siguientes subcapítulos se describirán los 5 pilares a implementar dentro de la planta.

9.1 GESTIÓN ADMINISTRATIVA

Este pilar tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en los procesos administrativos.

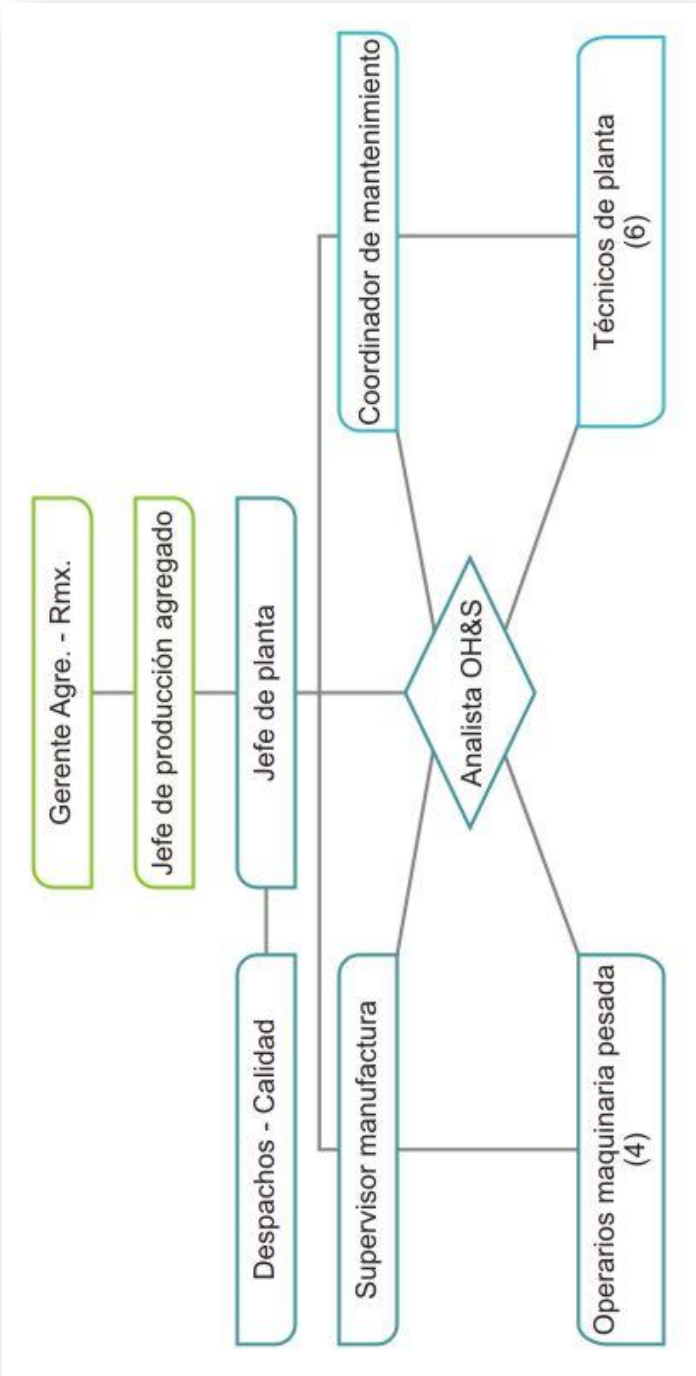
Según el organigrama actual de la compañía mostrado en la figura 9, donde se hace la presentación de las personas involucradas en la gestión de mantenimiento y luego de hacer el diagnóstico inicial por medio del análisis DOFA, se concluye que la mayor pérdida administrativa que se tiene actualmente en la planta está basada en el poco tiempo que tiene la persona encargada del mantenimiento, que es el supervisor de manufactura para la gestión administrativa del manejo de

información y logística en SAP, con el nuevo modelo de mantenimiento se definen los siguientes puntos a resolver:

- Definición de cargo específico de mantenimiento.
- Redistribución de funciones en base al modelo de mantenimiento.

9.1.1 Modificación del organigrama de la planta. Los cargos que se encuentran ubicados a la derecha del Analista OH&S corresponden al coordinador de mantenimiento y a los técnicos de planta, estos hacen parte de la modificación propuesta con la implementación del pilar de gestión administrativa.

Figura 16. Organigrama propuesto.



Fuente: los autores.

9.1.2 Descripción de cargos.

- Jefe de planta: además de las funciones inherentes a su cargo (descritas anteriormente), será el encargado de liderar la implementación del sistema de gestión propuesto, enfocando al equipo de trabajo en la aceptación de los cambios que desarrolla el modelo, el jefe de planta será la cabeza principal y el líder visible de la organización.
- Supervisor de manufactura: además de las funciones inherentes a su cargo, debe garantizar los recursos para la operación de toda la planta, tendrá un papel importante para la implementación del modelo, será el líder de los pequeños equipos de trabajo para el desarrollo de los pilares.
- Técnicos de planta: antes llamados operarios de planta, con la implementación del modelo de mantenimiento se dio un nuevo perfil a este cargo, dado que son los directos responsables de la ejecución de las actividades en los equipos, controlan la totalidad de la planta de beneficio y sostienen el modelo de mantenimiento.
En el esquema actual son 5 colaboradores, con el modelo propuesto se incrementarían a 6.
- Analista OH&S: además de las funciones inherentes a su cargo (descritas anteriormente), el analista OH&S será la persona encargada de la integración entre áreas dentro del modelo de mantenimiento, desempeñará la función de facilitador y formará parte de los equipos de trabajo.
- Coordinador de mantenimiento: este cargo es propuesto por el modelo de mantenimiento, es la persona responsable de toda la gestión dentro del proceso, todo su tiempo laboral está encaminado al desarrollo y fortalecimiento del sistema. Dentro de sus labores se encuentran:

- Organizar y recopilar toda la información existente.
- Administrar el sistema de información SAP y módulo PM.
- Planear el mantenimiento, recursos, materiales, suministros, contratos y todo lo relacionado con el manejo y control de los proveedores.
- Liderar la implementación del modelo gerencial y desarrollo de los pilares en la planta.
- Documentar los estándares y capacitar al grupo de trabajo.

9.1.3 Perfiles de los nuevos cargos propuestos.

- Coordinador de mantenimiento: ingeniero mecánico, electromecánico o mecatrónico con especialización en mantenimiento, experiencia demostrada en la implementación de modelos de mantenimiento, control de procesos, control de inventarios, costos, conocimientos en trituración, equipos de cribado, lavado y transporte de materiales. Dominio del inglés en un 70%, excelentes relaciones personales, trabajo en equipo, conocimientos en sistemas de gestión de seguridad y calidad.
- Técnico de planta: técnico electromecánico del SENA o una institución similar, con experiencia en procesos de producción en línea, conocimientos generales en lubricación, mecánica de patio, redes eléctricas, controles de proceso. Experiencia demostrada en plantas de trituración, concreto o cemento, facilidad para trabajar en equipo.

9.2 SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

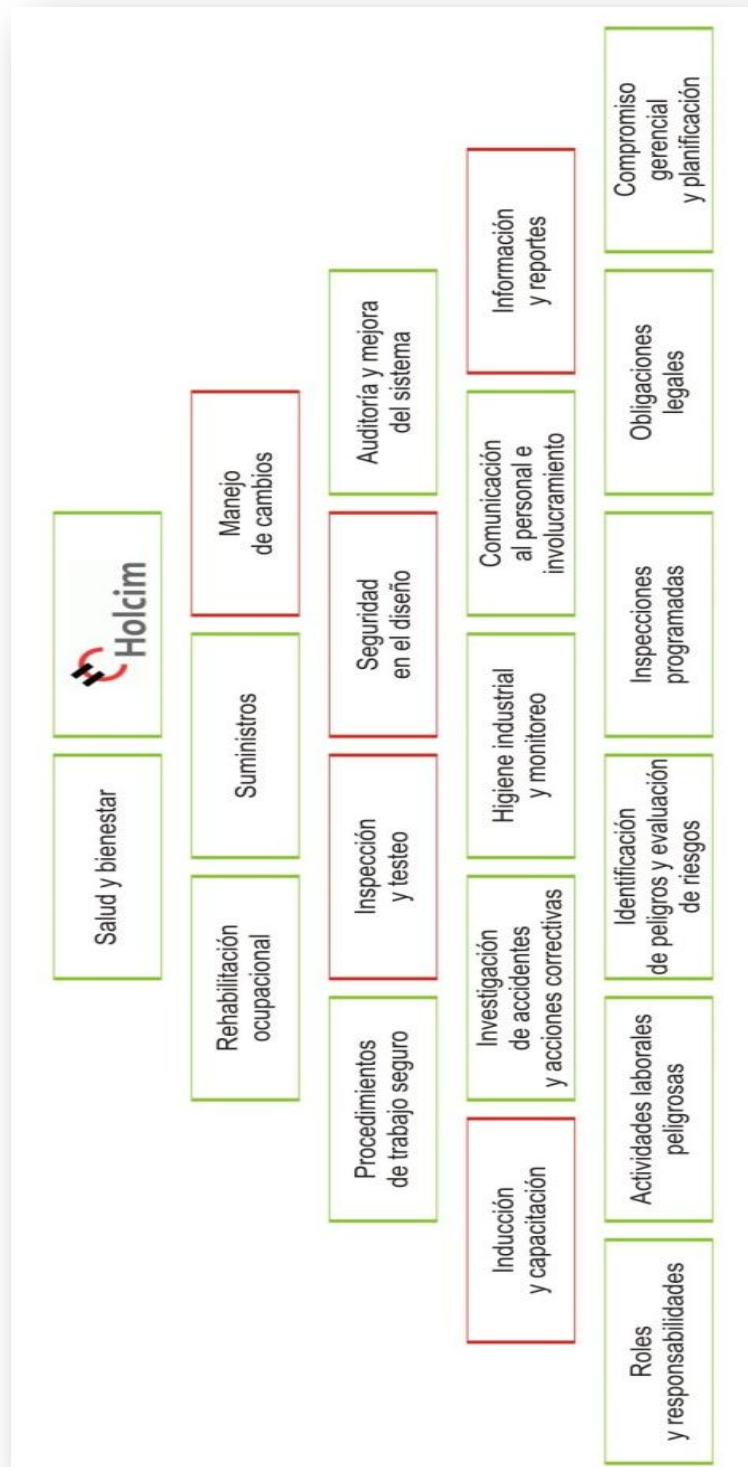
Este pilar se basa en la creación de un sistema de gestión integral de la seguridad y el medio ambiente, permite disminuir a cero los accidentes y contribuye a prevenir los riesgos que podrían afectar la integridad de las personas y generar

efectos negativos en el medio ambiente. Para el modelo de mantenimiento propuesto se hará una integración entre los modelos actuales de seguridad y medio ambiente.

9.2.1 Sistema de gestión pirámide OH&S. Es un sistema de gestión en seguridad industrial y salud ocupacional que integra 19 bloques en una pirámide (figura 11), cada uno corresponde a un área o actividad específica del sistema de gestión. A continuación se enuncian los 19 bloques:

- B1: roles y responsabilidades.
- B2: actividades laborales peligrosas.
- B3: identificación de peligros y evaluación de riesgos.
- B4: inspecciones programadas.
- B5: obligaciones legales.
- B6: compromiso gerencial y planificación.
- B7: inducción y capacitación.
- B8: investigación de incidentes y acciones correctivas.
- B9: higiene industrial y monitoreo.
- B10: comunicación al personal e involucramiento.
- B11: información y reportes.
- B12: procedimientos de trabajo seguro.
- B13: inspección y testeo.
- B14: seguridad en diseño.
- B15: auditoría y mejora del sistema.
- B16: rehabilitación ocupacional.
- B17: suministros.
- B18: manejo de cambios.
- B19: salud y bienestar.

Figura 17. Sistema de gestión en pirámide

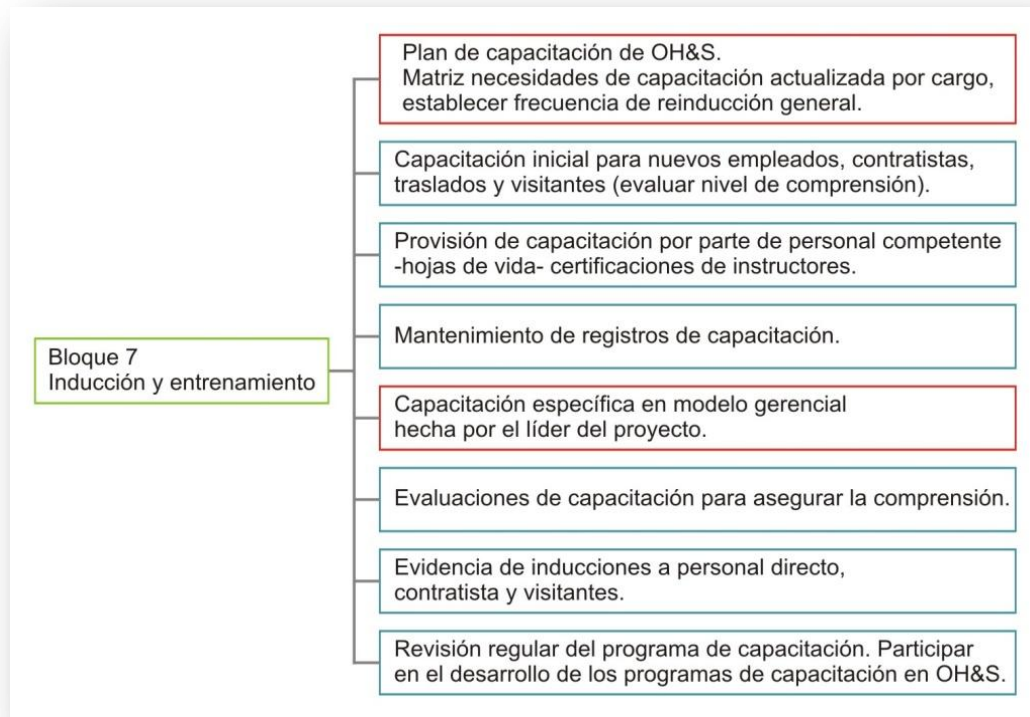


Fuente: Holcim de Colombia.

Los bloques de la pirámide que se encuentran resaltados en rojo, son los bloques directamente relacionados con el modelo de mantenimiento propuesto, por tanto, se van a añadir aspectos pertenecientes al modelo de mantenimiento y descritos a continuación.

9.2.2 Inducción y capacitación (bloque 7). Las características específicas que el modelo de mantenimiento solicita a este bloque de la pirámide fueron anexadas al siguiente diagrama de requerimientos. Básicamente deben quedar incluidas las capacitaciones correspondientes al modelo de mantenimiento a todos las personas que intervienen en la operación de la planta de agregados Chocontá y se garantizarán por medio del área de recursos humanos.

Figura 18. Inducción y entrenamiento.

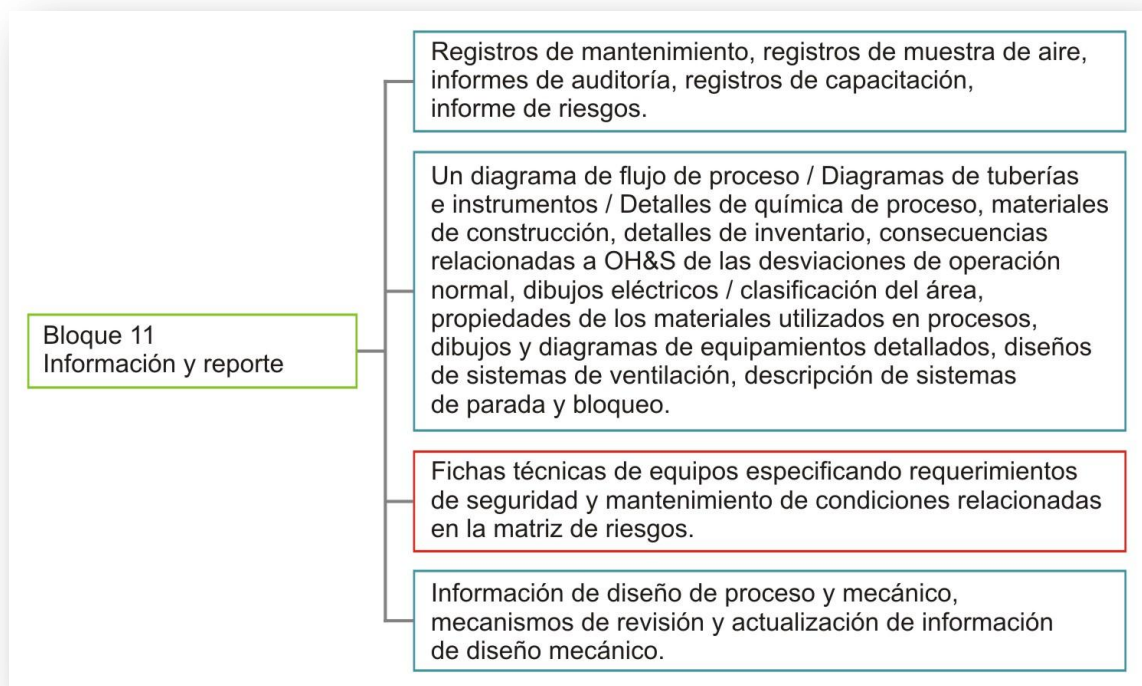


Fuente: los autores.

9.2.3 Información y reportes (bloque 11). Las características específicas que el modelo de mantenimiento solicita a este bloque de la pirámide fueron anexadas al diagrama de requerimientos.

Este bloque tiene como requisito el control de la información clave relacionada con la marcha de la ejecución de OH&S en el área, por tanto, se relacionan aspectos como los cambios que traen consigo el modelo de mantenimiento, así como cualquier modificación o cambio de equipo del proceso de beneficio debe cumplir el requerimiento basado en OH&S.

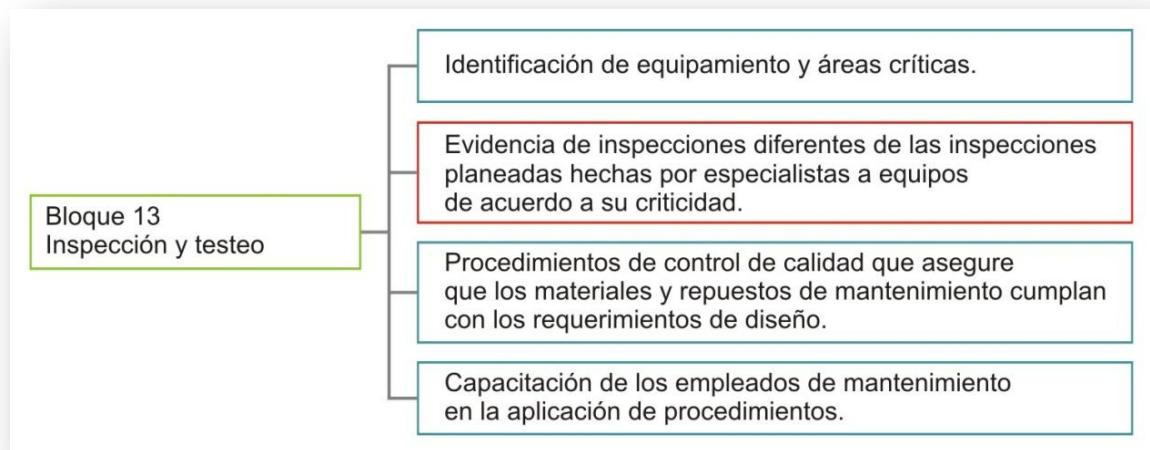
Figura 19. Información y reporte.



Fuente: los autores.

9.2.4 Inspección y testeo (bloque 13). En el sistema de gestión se debe considerar una serie de inspecciones independientes de mantenimiento que se enfocan en la relación entre equipos críticos y condiciones de operación de tal forma que sean diagnósticos independientes y monitoreos desde el punto de vista de la identificación de peligros y evaluación de riesgos.

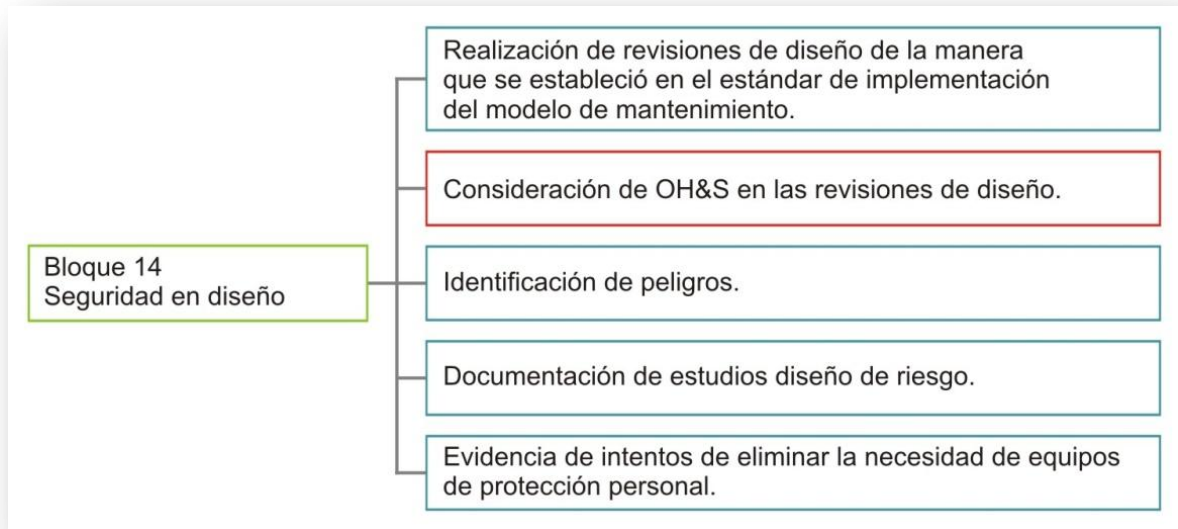
Figura 20. Inspección y testeo.



Fuente: los autores.

9.2.5 Seguridad en el diseño (bloque 14). Este bloque de la pirámide exige que consideraciones de OH&S deben incluirse en la fase de diseño de plantas, equipamiento y operaciones. Dentro del modelo de mantenimiento se debe contemplar que los factores de OH&S deben aprobar las revisiones de todas las fases establecidas cumpliendo con las normatividades y estándares aplicables.

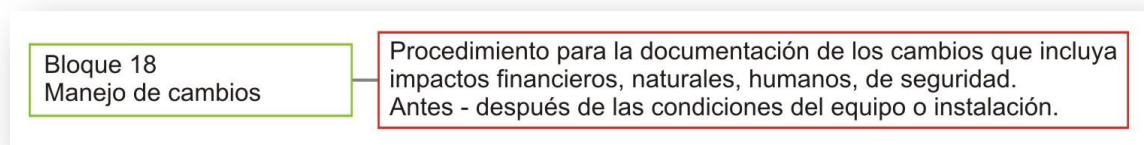
Figura 21. Seguridad en el diseño.



Fuente: los autores.

9.2.6 Manejo de cambios (bloque 18). Este bloque de la pirámide exige que haya un sistema para manejar y documentar cambios e identificar las posibles implicaciones de OH&S de los mismos. Dentro del modelo de mantenimiento el cambio va a ser un constante, así que la definición del mecanismo de manejo de información y divulgación es clave en la gestión del modelo.

Figura 22 Manejo de Cambios



Fuente: los autores.

9.2.7 Sistema de gestión en medio ambiente. La planta de agregados Chocontá se encuentra certificada bajo la norma ISO 14000, la cual avala el sistema de gestión existente; con la implementación del modelo de mantenimiento se fortalecerá el sistema de gestión integrando temas específicos del mantenimiento que impactan el ambiente.

Mediante el análisis de criticidad de equipos, se identificaron los principales que por su condición pueden generar impacto alto en el ambiente (figura 23), se describen a continuación:

Bomba de finos de proceso

Equipo encargado de bombear los finos provenientes del proceso de beneficio hasta una tolva de almacenamiento temporal, desde allí son llevados hacia la disposición final en la mina.

La bomba de finos tiene en sus equipos auxiliares una serie de tubería y válvulas que conforman el circuito de transporte, la tubería se encuentra en su mayoría a un nivel superior izada por medio de guayas y torres, en el nivel inferior atraviesa una quebrada perteneciente al acueducto veredal.

Considerando los impactos del equipo en mención bajo una condición anormal de operación su consecuencia sería un derrame y contaminación de una fuente hídrica, lo que bajo cualquier circunstancia resulta inadmisibles para la operación de la planta.

Figura 23. Niveles de criticidad en los equipo de la planta de agregados Chocontá.

Análisis de criticidad equipos planta de agregados Chocontá estado actual						
Ítem	Código HAC	Nombre del equipo	Impacto en seguridad ambiente e higiene	Consecuencia	Criticidad total	Estado
17	HCHC.461-TC1	Tanques clarificadores	8	20	20	No crítico
33	HCHC.461-CO1	Tablero de control CLF11M	8	38	38	Medio crítico
34	HCHC.461-BF1	Bomba de finos de proceso	8	50	150	Crítico
37	HCHC.E31-1M1	Tablero controles B	8	50	100	Crítico

Fuente: los autores.

Tanques clarificadores

Equipo encargado de hacer el almacenamiento de agua para su tratamiento y reproceso en la planta de beneficio, por las características del agua que pasa y el fino que se concentra en el tanque clarificador, la estructura del metal base en el que está construido se encuentra propenso a falla. Analizando los impactos de falla bajo una condición anormal, se demuestra que su consecuencia llevaría a un vertimiento de agua mezclada con finos de proceso que generaría un impacto inmenso dados los volúmenes contenidos.

Medida de control propuesta

La medida de control propuesta para estos dos equipos críticos y de alto impacto en el medio ambiente se basa en el análisis específico de todos los elementos que componen el equipo, desde el punto de vista de la gestión ambiental, de tal forma que sean controlados por el sistema.

En la siguiente tabla se muestran los aspectos a analizar en el sistema de gestión ambiental.

Tabla 8.Aspectos sujetos a análisis en el sistema de gestión ambiental.

Criterio de evaluación	Escala	Significado		Puntaje
S Severidad	Baja	<ul style="list-style-type: none"> No se corre ningún riesgo potencial sobre el medio ambiente. 		2
	Media	<ul style="list-style-type: none"> Se presenta en cantidades moderadas. Se tiene un potencial de riesgo medio. Daño ambiental controlable. 		6
	Alta	<ul style="list-style-type: none"> Existe en grandes cantidades y tiene impactos importantes sobre el medio ambiente. Daños no controlables e irreversibles al medio ambiente. 		12
Largo plazo		Mediano plazo	Corto plazo	Crítico
1		2	6	12
Si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años.		Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años.	Si es inferior a 1 año.	Cuando el tiempo transcurrido es nulo.
Fugaz		Temporal		Permanente
2		6		12
< 1 año		Entre 1 y 10 años		>10 años
Inmediata	Mediano plazo	Mitigable	Irrecuperable	
1	2	6	12	
Si puede volver a su estado inicial y/o es	Si puede volver a su estado inicial y/o es controlado en un	Si puede ser recuperado	No puede volver a su estado inicial ni es recuperable	

controlado en un lapso de tiempo inferior a 6 meses.	lapso de tiempo superior a 6 meses e inferior a 36 meses.	parcialmente.	parcialmente.
--	---	---------------	---------------

Fuente: los autores.

Tabla 9. Valoración de los procesos y actividades de la gestión ambiental.

#	Proceso	Actividad	Componente	Aspecto	Efecto	Impacto	Medidas de control	Valoración
							Mantenencia Operativa Mantenimiento Preventivo Recuperabilidad Evaluación general	

Fuente: los autores.

Haciendo el análisis específico bajo los lineamientos del sistema de gestión medio ambiental, se podrá tener un control de los aspectos e impactos producidos por los dos equipos críticos en mención.

9.3 EDUCACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Este pilar se enfoca en “desarrollar la competencia y habilidades de las personas para garantizar altos niveles de desempeño en su puesto de trabajo, a través de programas de capacitación y lecciones de un punto”.

Para el modelo de mantenimiento propuesto se tendrá en cuenta la descripción de cargos para el desarrollo del proceso de capacitación, tomando como base el

desarrollo en conjunto del equipo de trabajo. Se propone la siguiente matriz de capacitación para los primeros tres meses de implementación, ver tabla 2.

Las capacitaciones son independientes de los programas establecidos por recursos humanos o desarrollo y van enfocados netamente en la implementación del modelo de mantenimiento. Se realizaría al inicio de cada año una matriz de capacitación personalizada, orientada al aumento de las competencias de cada uno de los colaboradores.

Actualmente se están desarrollando dos programas de capacitación en la operación de agregados, un programa de seguridad basada en la actitud orientada hacia el cambio actitudinal de los colaboradores en pro de la seguridad, y un programa propio del sistema de seguridad consistente en hacer momentos de seguridad semanales, en los cuales se desarrolla un tema específico de OH&S y se provee el espacio para un diálogo de sucesos ocurridos.

Dentro del modelo de mantenimiento, estos espacios del momento de seguridad van a ser aprovechados para compartir las lecciones de punto con el personal que no está involucrado con la planta de beneficio y el personal contratista que no pertenecen a los pequeños equipos de trabajo.

Tabla 10. Programa de Capacitación.

Ítem	Tema de capacitación	Capacitador	Duración (horas)	Participantes	Temas relacionados
1	Introducción al TPM	Externo	40	Jefe de planta Coordinador de mantenimiento Analista OH&S Supervisor de	Presentación del TPM, ejemplos de aplicación en la industria.

				manufactura	
2	Rodamientos	Externo, proveedor	16	Técnicos de planta	Designación, especificaciones, montajes, lubricación.
				Supervisor de manufactura	
3	Tribología y lubricación	Externa	12	Jefe de planta	Lubricantes, clases, aceites, grasas, especificaciones técnicas.
				Coordinador de mantenimiento	
				Supervisor de manufactura	
				Técnicos de planta	
				Analista OH&S	
4	Etapas de trituración	Jefe de planta	3	Técnicos de planta	Gradación de materiales, reglaje de equipos, resultados.
				Supervisor de manufactura	
				Coordinador de mantenimiento	
5	Metrología	Coordinador de mantenimiento	6	Técnicos de planta	Manejo y lectura de elementos de mediación, ajustes.
				Supervisor de manufactura	
6	Trabajo en	Analista OH&S	8	Técnicos de	Liderazgo,

	equipo			planta	comunicación asertiva, confianza.
				Jefe de planta	
				Supervisor de manufactura	
				Coordinador de mantenimiento	
7	Transmisión de potencia	Externo, proveedor	12	Técnicos de planta	Elementos de transmisión, piñones, poleas, correas.
				Supervisor de manufactura	
8	Interpretación de planos	Supervisor manufactura	10	Técnicos de planta	Escalas, cotas, vistas, isométricos, acabados.
9	Método de floculación	Externo, proveedor	22	Técnicos de planta	Parámetros operativos, prueba de jarras, dosificación.
				Supervisor de manufactura	
				Coordinador de mantenimiento	
10	Soldadura de Mantenimiento	Externo, proveedor	80	Técnicos de planta	Proceso SMAW, procedimientos, código ASME.

Continúa la Tabla 10. Programa de capacitación.

Fuente: los autores.

9.4 MANTENIMIENTO PLANIFICADO

Este pilar se enfoca en reducir gradualmente las fallas en los equipos hasta alcanzar cero fallas mediante el conocimiento de los equipos, la reversión del deterioro, los sistemas de información y el mantenimiento preventivo. En el modelo de mantenimiento este pilar será uno de los más importantes debido a que se tienen dos tipos de conjuntos de equipos, unos que serán los equipos entrantes con la ampliación, los cuales necesitan un programa de mantenimiento preventivo, y el otro conjunto de equipos correspondiente a la instalación existente que deben ser puestos en condiciones operativas tales que den respaldo a los equipos nuevos.

En el mantenimiento planeado son muchos los factores que influyen para su correcta ejecución, se mencionarán los más relevantes para el modelo propuesto.

9.4.1 Sistema de información SAP. Es necesario tener una adecuada administración del sistema de información SAP, una plataforma desde la cual se integran las áreas claves para el mantenimiento como son abastecimientos, recursos humanos y producción.

La actualización completa del sistema de información estará a cargo del Coordinador de mantenimiento, recibo y codificación de los equipos a instalar, creación de fichas técnicas, datos y catálogos de consulta, listas de repuestos, inventarios mínimos, entre otros. Así como la actualización de datos de los equipos que continúan en el proceso productivo.

Con la información actualizada y veraz de los equipos se hará mucho más eficiente el proceso logístico de solicitud de compra de materiales, salidas de almacén, control de costos y generación de informes.

9.4.2 Sistema de mantenimiento preventivo. La implementación del mantenimiento preventivo en la planta de beneficio estará basada de acuerdo a la clase de equipo, en una serie de rutinas de actividades propias de la clase de máquina que serán controladas por una frecuencia en horas de operación para la generación de la rutina en el sistema de información.

El programa de mantenimiento preventivo como labor adicional a su funcionalidad táctica servirá como apoyo al pilar de educación y entrenamiento, con la formación de equipos interdisciplinarios conformados por técnicos propios de planta y técnicos especialistas de empresas contratistas que apoyen la labor de ejecución.

9.4.3 Sistema de mantenimiento predictivo. Se llevará a cabo un programa de mantenimiento predictivo para los equipos críticos de la planta de beneficio, basado en:

- Análisis de aceites.
- Análisis de vibraciones.
- Termografía.
- Control de desgaste y ensayo de tintas penetrantes.

De esta forma se establecerán las condiciones específicas de cada equipo para hacer la programación de los mantenimientos sin que resulte traumática la logística y la intervención.

9.4.4 Características del mantenimiento planeado en el modelo de mantenimiento.

- Seguimiento constante a las condiciones básicas de los equipos.

- Integración de aspectos de seguridad industrial como pasarelas, barandas, pórticos, apoyos, guardas de protección, entre otros.
- Hacer levantamientos de información en los equipos que se requieran para generar registros.
- Desarrollar la función logística del conjunto de las intervenciones de mantenimiento.
- Proveer al almacén de repuestos de la cantidad de stock necesario para el desarrollo de los planes.
- Fortalecer los vínculos con proveedores en pro de calidad de servicio y relaciones ganar – ganar.
- Controlar el recurso humano necesario para llevar a cabo tareas críticas de los planes de mantenimiento. Fortalecer las competencias de cada uno de ellos de acuerdo a su actividad.
- Establecer los límites admisibles de frecuencias de intervención y coordinar con producción los tiempos de paro.
- Control, seguimiento y análisis de fallas recurrentes de operación que afecten a mantenimiento y generen paro de equipos.
- Seguimiento de indicadores de mantenimiento, tiempo medio entre fallas, tiempo medio para reparación, cumplimiento del plan de mantenimiento, mantenimientos no planeados.

9.5 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Este pilar es el encargado de la prevención del deterioro en los equipos, específicamente en el modelo de mantenimiento será uno de los más fuertes dado a que la función de operadores – mantenedores ya está instaurada en la planta, a lo que se le dará cabida es al fortalecimiento en los conocimientos de los técnicos y los procedimientos para la ejecución de las actividades.

Se hará la integración de un programa que se lleva a cabo en la empresa denominado “Lidera con el orden” para adaptarlo a mantenimiento y convertirlo en la estrategia de las cinco S. De esta forma y por la aceptación del programa no generará mayor novedad dentro del equipo de trabajo.

Para la gestión del mantenimiento sin cambiar los conceptos adquiridos por los colaboradores se hará énfasis en los resultados esperados en toda la planta de beneficio, con la presentación de resultados en industrias reconocidas y la capacitación constante se implementará la filosofía de las 5 ´S.

Figura 24. Estrategia de las 5S.



Fuente: los autores.

Figura 25. Identificación y señalización de los Pisos en las áreas de trabajo.



Fuente: Disponible en internet <<http://pinturas-ecologicas.webs.com/>>

En la medida que se da el avance en la implementación de las 5s, los grupos de trabajo serán los encargados de generar los estándares de orden y aseo, además de la limpieza, lubricación y ajuste para cada equipo.

Reversión del deterioro

En el modelo de mantenimiento propuesto se hará una integración para la generación de avisos de mantenimiento con base en un formato utilizado hasta ahora como observación de seguridad.

Las observaciones de seguridad son utilizadas para identificar comportamientos y actos inseguros, retroalimentar al colaborador observado y generar un precedente, sin embargo hay información que no se utiliza en la observación de seguridad porque no es necesario, no aplica o no existe estándar alguno. La modificación y la integración del modelo de mantenimiento consiste en utilizar la misma observación de seguridad para hacer avisos de mantenimiento. A continuación se describe el formato de observación de seguridad (ver anexo B):

- Aviso: espacio utilizado por el coordinador de mantenimiento para registrar en el sistema de información la avería reportada.
- Control SGI: espacio utilizado por el área de OH&S para ejercer control sobre la observación de seguridad.
- HAC: código de identificación del equipo, propio de la organización del mantenimiento.
- Prioridad: espacio de tiempo que tiene el coordinador para dar atención a la avería, propuesto por quien hace el aviso.
- Tipo de anormalidad: corresponde a como cataloga el inspector a la avería encontrada; se presentan las opciones en la parte baja de los recuadros.
- Anormalidad encontrada: espacio para que el observador haga el reporte breve de la anormalidad.

- Aportes adicionales: espacio para que el observador haga aportes al respecto de la condición encontrada, no obligatorio.

El mantenimiento autónomo será el pilar principal de la implementación en el modelo de mantenimiento, se encuentra ligado con muchos aspectos de la operación. Tal como se muestra en el organigrama propuesto, el número de técnicos de planta aumentó a 6, específicamente esto es para cubrir los dos turnos de producción con 4 técnicos y los dos restantes estarán dedicados al mantenimiento autónomo, desde la generación de avisos en tarjetas hasta la intervención y corrección de esas averías previa programación con el coordinador de mantenimiento.

En el desarrollo del mantenimiento autónomo siempre estarán dos personas capaces de liderar la conformación de equipos disciplinarios, el supervisor de manufactura y el analista OH&S que servirán de coordinadores en las actividades de grupo de tal manera que los técnicos sientan el apoyo del personal administrativo y sea un motivador y refrescante del factor actitudinal de los colaboradores.

CONCLUSIONES

- La implementación del programa de mantenimiento basado en pilares del TPM es fundamental para el sostenimiento de la planta con el aumento de producción, el fortalecimiento de los indicadores de desempeño de la planta deben justificar la inversión del proyecto de ampliación y es primordial dar una gestión adecuada a los equipos existentes para brindar el respaldo y la exigencia de los equipos nuevos.
- La filosofía del TPM se identifica con los valores corporativos y los estilos gerenciales de la compañía, resaltando la seguridad y el cuidado medioambiental en pro del desarrollo sostenible y la mejora continua.
- La combinación de algunas técnicas de modelos de gestión existentes con el área de mantenimiento resulta un gran aporte a la implementación del modelo de mantenimiento, debido al manejo por parte de todo el personal se hace sencillo aceptar los pequeños cambios y llevar a cabo una integración entre áreas.
- La implementación del TPM en la planta de agregados Chocontá refuerza y complementa las metodologías de OH&S desarrolladas, como la seguridad basada en la actitud y programas de prevención de riesgos.
- Mediante la reorganización del esquema de mantenimiento se logran suplir las necesidades detectadas con el diagnóstico inicial DOFA, apoyando todo el proceso logístico, administrativo y de ejecución.

- La capacitación de los involucrados en el desarrollo del modelo de mantenimiento es la base para el avance del mantenimiento autónomo, de allí la importancia de su implementación de forma sistemática y solida.
- Con la implementación del modelo de mantenimiento se reducirán los malos actores presentes en el proceso productivo, se aumentará la disponibilidad y el rendimiento tanto en los equipos como en los colaboradores.
- La correcta administración del sistema de información de mantenimiento es un soporte importante para el mantenimiento planificado y de vital importancia en la implementación de indicadores de mantenibilidad y confiabilidad de equipos.
- La implementación del modelo de mantenimiento basado en pilares del TPM en la planta de beneficio sirve de base para el crecimiento del modelo hacia otras áreas, como la de explotación o despacho, de tal forma que es una oportunidad para consolidar la gestión total del mantenimiento en la operación y hacer la implementación de los pilares faltantes.

BIBLIOGRAFÍA

_____. Equipos de trituración, lavado y clasificación. 2006.

_____. ISO 9001:2000, Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.

_____. Sistemas de gestión. SGI. Colombia: Holcim Colombia. S.A.

ALBARRACIN AGUILLON, Pedro Ramón. Tribología y lubricación. Bucaramanga: Litochoa, 1993. 980 p.

FOLGAR, Oscar Francisco Sistemas Consolidados de Gestión. Buenos Aires: Machi Ediciones, 2005.

GIRALDO CARDONA, Sebastián. Mantenimiento productivo total. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de mantenimiento, 2012.

_____. Resaltadorkaizen [En línea] Disponible en:
<http://www.resaltadorkaizen.blogspot.com/>

MORA GUTIÉRREZ, Alberto. Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. México: Alfaomega, 2010.

PERAFAN, Gloria Elisa. Proceso de tratamiento y reutilización de aguas de proceso en plantas de agregado.

VERA, César. Seguridad y salud ocupacional. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Mecánica, Especialización en Gerencia de mantenimiento, 2011.

ANEXOS

ANEXO A - TABLA PARA EL ANALISIS DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA DE AGREGADOS DE CHOCONTA

ANALISIS DE CRITICIDAD EQUIPOS PLANTA DE AGREGADOS CHOCONTA ESTADO ACTUAL									
ITEM	CODIGO HAC	NOMBRE DEL EQUIPO	FRECUENCIA DE FALLAS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTO DE MANTENIMIENTO	IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE E HIGIENE	CONSECUENCIA	
1	HCHC.411-IT1	Talva Alimentación B	1	1	1	1	1	3	
2	HCHC.411-BT1	Banda Transportadora N° 1 A	2	10	2	1	7	28	
3	HCHC.441-CT1	Criba Svedala N° 1 1.5 X 4 M/S A	3	10	4	2	3	45	
4	HCHC.421-IT1	Trituradora Secundaria Como Nordberg Omnicon 9	3	10	4	2	7	49	
5	HCHC.431-LT1	Lavador de Tamallo A	2	10	4	1	3	44	
6	HCHC.441-CT2	Criba Svedala N° 2 3.0 X 1.20 M/S A	4	10	4	1	3	44	
7	HCHC.421-BT2	Banda Transportadora N° 2 A	2	10	2	1	7	28	
8	HCHC.421-BT3	Banda Transportadora N° 3 A	2	10	2	1	7	28	
9	HCHC.451-BT4	Banda Transportadora N° 4 A	2	10	2	1	7	28	
10	HCHC.451-BT5	Banda Transportadora N° 5 A	2	10	2	1	7	28	
11	HCHC.441-HC1	Hidrociclón HS 3500	1	10	4	2	3	45	
12	HCHC.441-BH1	Bomba Hidrociclón HR 200	1	10	4	2	3	45	
13	HCHC.441-BH1.MO1	Motor Electrico bomba hidrociclón 75 Kw	1	10	4	2	3	45	
14	HCHC.441-CT3	Criba Desaguadora 8.5 x 3.5	1	10	4	2	3	45	
15	HCHC.441-CT3.MV1	Vibradores Criba desaguadora FE 4.1	1	10	4	2	3	45	
16	HCHC.451-BT6	Banda Transportadora N° 6 A	3	10	2	1	7	28	
17	HCHC.461-IC1	Tanques Clarificadores	1	10	1	2	8	20	
18	HCHC.461-RA1	Rastrillo	1	7	2	2	3	19	
19	HCHC.461-MR1	Motor Rastrillo	1	7	4	2	3	33	
20	HCHC.461-RE1	Reductor Rastrillo	1	7	4	2	3	33	
21	HCHC.431-BA1	Bomba agua proceso K38 150-315	1	7	4	2	3	33	
22	HCHC.461-SF1	Sistema Preparación floculante	1	7	2	1	3	18	
23	HCHC.461-BF1	Bomba Floculante	1	10	4	2	3	45	
24	HCHC.461-BA1	Bomba auxiliar sistema	1	10	4	1	3	44	
25	HCHC.461-IP1	Tanques de preparación	1	7	2	1	3	18	
26	HCHC.461-SN1	Sensores de nivel Leuze electronic	1	7	2	1	3	18	
27	HCHC.461-BQ1	Bomba alimentación de químico	2	7	2	1	3	18	
28	HCHC.451-CO1	Compresor	1	1	1	1	3	5	
29	HCHC.451-CO1.MO1	Motor compresor 2 Hp	1	1	2	1	3	6	
30	HCHC.461-SM1	Sistema muestreo	1	4	2	1	3	12	
31	HCHC.461-PR1	Probeta	2	4	1	1	3	8	
32	HCHC.461-SI1	Sensores infrarrojos	1	4	4	1	3	20	
33	HCHC.461-CO1	Tablero de control CLF 11M	1	7	4	2	8	38	
34	HCHC.461-BF1	Bomba De finos de proceso	3	10	4	2	8	50	
35	HCHC.461-BD1	Bomba Dosificación coagulante 0.2 Hp	1	7	2	1	3	18	
36	HCHC.431-BU1	Bomba Agua 125/26 A	1	4	2	1	3	12	
37	HCHC.E31-1M1	Tablero Control B	2	10	4	2	8	50	
38	HCHC.C00-461	Vehiculo Liviano C	2	1	1	1	1	3	
39	HCHC.601-BW1	Bascula camionera Prometalicos 100 T.A	2	1	2	2	1	5	

ANEXO B – FORMATO DE OBSERVACIÓN DE SEGURIDAD



Observe!

Por seguridad

Pasión

Decide Observa Reporta

Lista De Control De Las Observaciones

Marque los inseguros todo esta seguro

Reacciones De Las Personas

- Ajustan algo de su equipo de protección personal
- Cambian de posición subitamente
- Reacomodan su trabajo
- Dejan de trabajar o se alejan del lugar
- Colocan tierras
- Colocan bloques

Comportamientos Inseguros Detenidos:

Acciones Realizadas / Compromiso Adquirido

Area: _____

Fecha: _____

Nombre Colaborador Observado: _____

Nombre Observador: _____

Aviso Sap



Control SGI

Fecha: _____ HAC: _____

Area: _____ Equipo: _____

Reportado Por: _____

Prioridad A B C

Tipo De Anormalidad

1	2	3	4	5	6
Fallos Menores	Condiciones Basicas	Lugar Dificil Acceso	Fuentes De Cont.	Defecto De Calidad	Organización y orden

Anormalidad Encontrada



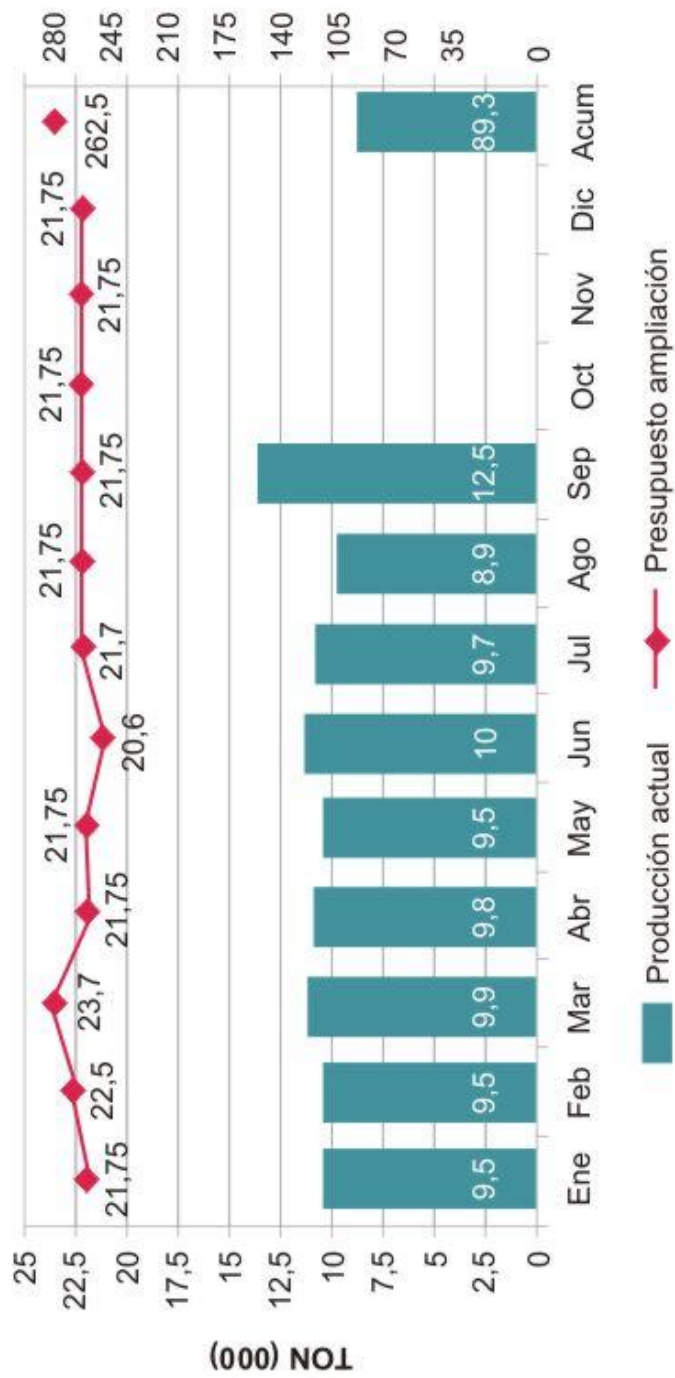
APORTES ADICIONALES

Planta De Agregados Chocontá
Nuestra Gente - Nuestra Planta

ANEXO C – VALORES INDICADORES DE PRODUCCIÓN

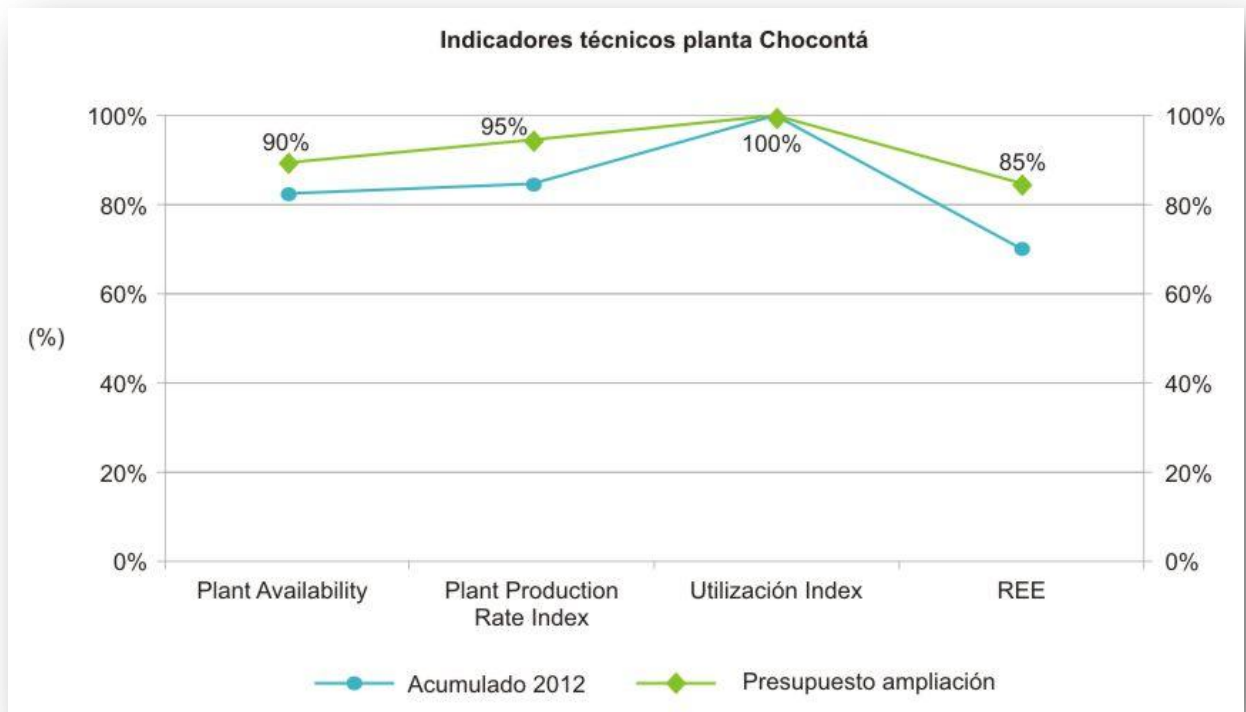
Producción	Producción Actual	Presupuesto Ampliación	Acumulado	Presupuesto Ampliación
Ene.	9500	21750		
Feb.	9500	22500		
Mar.	9900	23700		
Abr.	9800	21750		
May.	9500	21750		
Jun.	10000	20600		
Jul.	9700	21700		
Ago.	8900	21750		
Sep.	12500	21750		
Oct.		21750		
Nov.		21750		
Dic.		21750		
Acum.			89300	262500

Producción (000 Ton) Planta Chocontá



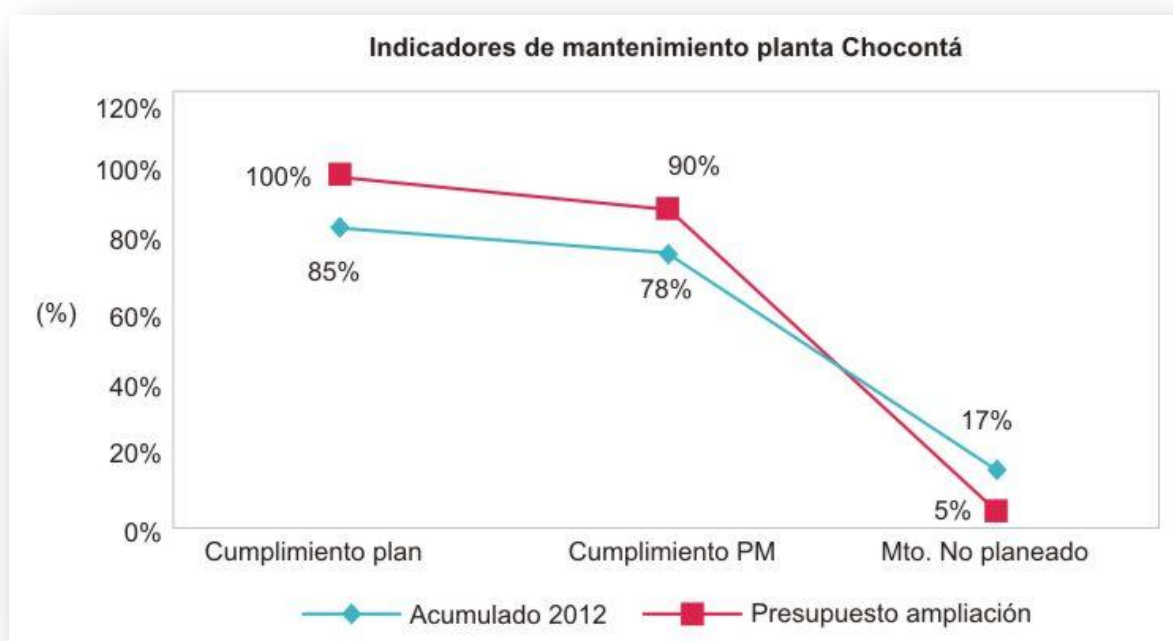
ANEXO D - VALORES INDICADORES TÉCNICOS

	Acumulado 2012	Presupuesto ampliación
<i>PlantAvailability</i>	83%	90%
<i>PlantProducciónRateIndex</i>	85%	95%
Utilización Index	100%	100%
REE	71%	85%



ANEXO E – VALORES INDICADORES DE MANTENIMIENTO

	Acumulado 2012	Presupuesto ampliación
Cumplimiento Plan	85%	100%
Cumplimiento PM	78%	90%
Mto. No Planeado	17%	5%



ANEXO F – CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

