

**Fortalecimiento de la metodología TPM en la división de insumos
industriales y energía desde el pilar ambiental**

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniera Ambiental

Carolina Muñoz Correa

Asesora

Edith Cristina Medina Cano

Ingeniera Ambiental

Especialista en Gestión y Manejo de Residuos Sólidos y Peligroso

Corporación Universitaria Lasallista.

Facultad ingeniería

Programa ingeniería ambiental

Caldas-Antioquia

2019

Contenido

Glosario.....	7
Resumen	9
Introducción	10
Planteamiento del problema	12
Justificación	12
Objetivo General.....	14
Objetivos específicos	14
Marco normativo	15
Marco teórico.....	16
Obligaciones de ley en cumplimiento a la normativa Colombiana.....	31
Información General	35
Metodología	38
Actividades complementarias para el cumplimiento de los objetivos	52
Pruebas de tratabilidad en la planta de Minerales Industriales S.A.	52
Consumo de agua	56
Gestión de los residuos.....	62
Resultados.....	64
Análisis de resultados	70
Conclusiones.....	70

Recomendaciones..... 71

Referencias..... 72

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Pilares del TPM trabajados en la compañía.....	17
Ilustración 2 5´S. Tomado de https://apping.com.co/5s/	30
Ilustración 3. Página de diligenciamiento del RUA	49
Ilustración 4 Certificado de Cierre de RESPEL.....	49
Ilustración 5. Contenido del GRI para diligenciamiento	50
Ilustración 6 Fichas diligenciadas para el ICA.....	51
Ilustración 7. Muestra de agua cruda, Planta de Neutralización	53
Ilustración 8. Primer ensayo	53
Ilustración 9. Sólidos sedimentados, remoción de hierro	54
Ilustración 10 Filtración del agua del primer ensayo	54
Ilustración 11 Comparación entre el agua cruda y el agua tratada del primer ensayo.....	55
Ilustración 12 Remojo de Erlenmeyer bajo método tradicional	58
Ilustración 13 Lavado con reúso de agua	60
Ilustración 14 Estado del agua al final de la prueba Izq. Agua jabonosa, Der. Agua de enjuague	60
Ilustración 15. Ejemplo de una matriz de identificación y calificación de amenazas	68

Lista de Tablas

Tabla 1 Consumo de agua Base de Datos	40
Tabla 2. Consumo hídrico Base de Datos.....	40
Tabla 3. Datos de energía discriminados por equipo Base de datos	40
Tabla 4. Datos de agua Base de Datos.....	41
Tabla 5. Link de mediciones ambientales Base de Datos	41
Tabla 6. Materias primas Base de Datos	41
Tabla 7. Residuos sólidos Base de Datos.....	42
Tabla 8. Producción Base de Datos.....	42
Tabla 9. Accidentes Base de Datos	42
Tabla 10. Horas de operación de los equipos Base de Datos.....	43
Tabla 11. Indicador KPI hídrico Base de Datos	43
Tabla 12. Indicador KPI energético Base de Datos	43
Tabla 13. Fuentes de contaminación Base de Datos	44
Tabla 14. Objetivos, metas y programas Base de Datos	44
Tabla 15. Consumo Energético Compuesto Ambiental	45
Tabla 16. KPI Energético SM+MI+GM+CAL Compuesto Ambiental.....	46
Tabla 17. Consumo Hídrico Compuesto Ambiental	46
Tabla 18. KPI Hídrico SM+MI+CN+CAL Compuesto Ambiental.....	47
Tabla 19. Registro de residuos Ordinarios, Reciclables y peligrosos.....	47

Tabla 20. Comparación entre los residuos dispuestos en 2015 y 2019.	
Reciclables Vs. Ordinarios	48
Tabla 21. Cuadro comparativo, resultados de la muestra tomada	55
Tabla 22 Cuadro comparativo con la Resolución 0631 de 2015.....	56
Tabla 23. Ensayo con método tradicional y ensayo con reúso de agua	61
Tabla 24. Ensayo con reúso de agua proyectado	61
Tabla 25 Descripción Matriz Aspectos e Impactos Ambientales	66
Tabla 26. Matriz de Aspectos e Impactos.....	66
Tabla 27. Ejemplo de una matriz de control operacional diligenciada para un aspecto.....	67

Glosario

Mantenimiento Productivo Total (TPM): surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos". (Lefcovich, 2009).

ISO 14001: norma que ofrece un lenguaje común de comunicación entre las organizaciones, la administración y los usuarios, convirtiéndose en una herramienta fundamental para el desarrollo industrial de un país, ya que sirven como base para mejorar la calidad en la gestión ambiental de las empresas. (Sánchez, 2007)

Aspecto ambiental: Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede interactuar con el medio ambiente. (NTC ISO 14001, 2015)

Impacto ambiental: es un cambio o una alteración en el medio ambiente, siendo una causa o un efecto debido a la actividad y a la intervención humana. Este impacto puede ser positivo o negativo, el negativo representa una ruptura en el equilibrio ecológico, causando graves daños y perjuicios en el medio ambiente, así como en la salud de las personas y demás seres vivos.

Riesgo: Según la real academia de la lengua española se define como contingencia o proximidad de un daño. Ponderación de la probabilidad de un efecto perjudicial para la salud y la gravedad de ese efecto como consecuencia de un factor de riesgo.

Fuente de contaminación: Las fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos de origen antropogénico pueden ser puntuales, generalmente fijas y

de gran caudal de emisión, como es el caso de las grandes factorías aisladas de otras instalaciones industriales, o pueden ser zonales, es decir, una mezcla de fuentes fijas y móviles de diferente entidad y agrupadas en el espacio, donde vienen a coincidir también con la población que sufre los efectos de la contaminación. (Aránguez, E, 1999)

Pilar: según la Real Academia de la Lengua Española se define como elemento estructural resistente. En el caso del TPM son los que sostienen en este caso el componente ambiental.

UCA: Unidad de Contaminación Atmosférica calculada para cada uno de los contaminantes. (MINISTERIO DE AMBIENTE, 2010) Determina la frecuencia del estudio de emisiones atmosféricas para cada contaminante.

Resumen

Este proyecto busca fortalecer la metodología TPM orientada al componente ambiental en la División de Insumos Industriales y Energía, garantizando el sostenimiento de la norma ISO 14001 versión 2015, por medio de acompañamientos al pilar ambiental en las diferentes plantas y minas de la división, el diligenciamiento de formularios, entrega de informes a las autoridades ambientales, la búsqueda de mejores soluciones para la disposición de los residuos, el desarrollo de las mediciones ambientales exigidas por las autoridades entre otras; dando como resultado el cumplimiento legislativo ambiental, la solución a problemáticas asociadas a los residuos y lo más importante, la capacidad de los operarios al momento de desarrollar con autonomía sus tareas diarias y tener el criterio para responder ante las auditorías.

Introducción

El constante crecimiento de la población mundial y la interminable e insaciable necesidad de extraer recursos naturales, tomados como infinitos pero de realidad finita nos lleva a la búsqueda de prácticas encaminadas a la sostenibilidad y la conexión directa con la productividad de una empresa, la cual nos obliga a entrar a indagar en metodologías que nos guíen e instruyan a la obtención de ese objetivo. Hoy en día cada empresa tiene el poder de decisión a la hora de determinar cuál método se ajusta a sus actividades y necesidades.

Desde el año 1999 Sumicol S.A.S se encuentra certificado por la Norma Técnica Colombia ISO 14001 en gestión ambiental y en el año 2008 decide implementar la metodología TPM o Mantenimiento Productivo Total, con la cual ha avanzado en cada uno de los pasos con el objetivo de obtener la automatización de todos los procesos. Es una filosofía que cambia la forma de pensar, transforma actitudes y se orienta hacia la búsqueda de algo mejor, lo que contribuye al mantenimiento y mejora, en este caso el desempeño ambiental de la empresa, con el objetivo de establecer, implantar, mantener y mejorar de forma continua el sistema de gestión ambiental incluyendo todos los procesos necesarios y las interacciones según establecen los requisitos de la norma ISO 14001:2015.

El TPM cuenta con varios pilares de los que se hablará más adelante, uno de ellos es el pilar ambiental el cual busca la reducción de los impactos generados en los procesos productivos, garantizando el cumplimiento de la normativa legal ambiental vigente, mediante la reducción de la emisión de material particulado, la implementación de proyectos para la gestión de los residuos, el uso eficiente y

racional del agua, el uso adecuado del suelo, el uso eficiente de la energía, el control de vertimientos y el control de ruido.

Durante la ejecución de estas actividades se involucra a todo el personal de manera cooperativa, con el fin de alcanzar una meta en común y la búsqueda de la mejora continua de la maquinaria y los procesos, recibiendo el apoyo de profesionales mediante acompañamiento y capacitación en temas medio ambientales.

Planteamiento del problema

La División de Insumos Industriales y Energía cuenta con la metodología TPM para cada una de sus plantas y minas donde se implementaron los pilares ambientales; los líderes de estos pilares, con cada uno de los integrantes de la planta o mina deben tener claros los conceptos y el contenido del mismo, pues son propiamente ellos quienes representan esta área, son voceros y comunicadores de los acontecimientos ambientales y por medio de la orientación del equipo de gestión ambiental de la empresa, implementan los planes propuestos para el lugar.

La comunicación entre el área de gestión ambiental y los pilares ambientales debe ser constante, el intercambio de información se recibe con gran acogida e interés por aprender todo lo que a su área confiere, se comentan, se analizan y se cuestionan los datos, y a partir de ahí se generan programas de capacitación, información y se refuerzan los temas de interés ambiental, pues de esto depende el correcto funcionamiento de las estrategias, los planes y los controles. Dándose con ello el cumplimiento de la legislación en cuanto a fuentes de contaminación y a lo propuesto por la norma técnica ISO 14001:2015.

Justificación

El componente ambiental ha cobrado gran importancia en los últimos años, llevando a las medianas y grandes empresas a encontrar soluciones basándose en diferentes metodologías para la reducción de los impactos negativos al ambiente. La División de Insumos Industriales y Energía decidió fundamentar su funcionamiento en la filosofía TPM (Mantenimiento Productivo Total o Mantenimiento participativo Total) por medio de nueve pilares con el fin de obtener cero pérdidas en el proceso productivo de la misma y garantizar la adecuada operación del sistema de Gestión Ambiental ISO 14001 versión 2015.

El pilar ambiental, uno de los nueve mencionados, debe pasar a través de una dinámica de progreso permanente, que busca fortalecer la capacidad de los operarios de reconocer en su totalidad el espacio de trabajo y ser autónomos en la toma de decisiones, por medio del acompañamiento y la realización de diversas actividades que potencialicen sus conocimientos con el fin de prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los posibles impactos causados al ambiente.

Objetivos

Objetivo General

- Fortalecer la metodología TPM orientada al componente ambiental en la división de insumos industriales y energía, garantizando el sostenimiento de la norma ISO 14001 versión 2015.

Objetivos específicos

- Dar cumplimiento a la normativa ambiental legal vigente.
- Realizar seguimiento al tratamiento de fuentes de contaminación, plan de mediciones y la debida constancia en el sistema legal interno.
- Buscar alternativas de aprovechamiento y valorización de los residuos especiales generados en el parque industrial.
- Brindar acompañamiento desde el pilar ambiental a cada uno de los procesos de la compañía, realizando seguimiento a las bases de datos y la generación de estrategias en pro del desempeño ambiental.

Marco normativo

Decreto 1076 de 2015, “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.”

Marco teórico

Dado que la base de este trabajo radica en el fortalecimiento del Mantenimiento Productivo Total (TPM), el cual involucra una serie de metodologías relacionadas para el cumplimiento de los objetivos que plantean, se hace necesario mencionarlos para tenerlos en cuenta, puesto que también se deberá fortalecer las partes para llegar al todo.

El Mantenimiento Preventivo Total (TPM, Total Productive Maintenance, por sus siglas en inglés) es en la actualidad una de las principales herramientas para lograr la eficiencia y competitividad, lo que supone cumplir con especificaciones de calidad, tiempo y costo de la producción; generalmente se ejecuta junto con la Administración Total de la Calidad (TQM, Total Quality Management, por sus siglas en inglés), que se fundamenta en la búsqueda permanente por mejorar los rendimientos de procesos y los medios de producción (Wikoff, 2007).

Esta metodología funciona por medio de 8 pilares que se explican a continuación y como lo muestra la figura los cuales son la base fundamental de la misma, pues cada uno de ellos nos propone una ruta para cumplir con éxito el objetivo de reducir las pérdidas.



Ilustración 1 Pilares del TPM trabajados en la compañía

Pilar de TPM en Administración

El pilar de TPM en Administración tiene como principal objetivo el incremento de la eficiencia en el área de administración mediante la revisión de los sistemas, materiales y flujo de productos administrativos para reducir los tiempos muertos y los stocks.

Los puntos clave son:

- uso del mantenimiento autónomo paso a paso
- uso de proyectos de mejoras enfocadas

Pilar de Educación y Entrenamiento

El principal objetivo de este pilar es mejorar la pericia de los operarios y mecánicos en la operación y el mantenimiento de los equipos, con el fin de obtener mayores rendimientos. La formación debe estar centrada en eliminar las mayores pérdidas que estén directamente relacionadas con el desconocimiento de las tareas propias del puesto de trabajo.

Los puntos claves de la formación son:

- Un entrenamiento en la conducta, para aquellas tareas que sean “suaves”, es decir, que no requieran unos conocimientos técnicos y/o mecánicos elevados

- Una formación técnica, para aquellas tareas que sí precisen de la misma.

Pilar de Seguridad Laboral y Medio Ambiente

Este pilar, también recibe el nombre de OSHE (Occupational Safety, Health & Environment) es decir, “Seguridad, Salud, y Ambiente Laboral”.

Los principales objetivos de este pilar son:

- Cero Accidentes: Reducir el riesgo de accidentes en el entorno laboral e implementar las medidas necesarias, para que en el caso de que ocurran, las consecuencias sean lo más leves posibles.

- Crear y fomentar un entorno de trabajo más agradable, reduciendo en lo posible, los riesgos laborales.

- Reducción del impacto medioambiental, mediante el control de:

- Segregación de residuos
- Gestión de los recursos de agua, tanto potable, como aquella eventualmente necesaria en los procesos

- Consumo de recursos energéticos

- Emisiones a la atmósfera

Los puntos clave del pilar **OSHE** son:

- Fomentar el cumplimiento de los estándares, involucrando al personal e inculcándoles el concepto de Responsabilidad Individual; cada persona es responsable de su propia seguridad y de la de aquellos que se encuentran en su misma zona de trabajo. Es importante que cada individuo se responsabilice y se conciencie de que el uso de los “Elementos de Protección Individual” (EPI’s), así como de que el cumplimiento de la normativa de seguridad es fundamental para el desarrollo normal de sus actividades. La seguridad es lo primero.

- Integrar la educación sobre seguridad en todas las actividades llevadas a cabo en la empresa.

- Incrementar el conocimiento:

- Mediante pequeños reportes
- Colocación de señales amarillas en aquellas zonas en las que existan riesgos para la seguridad
- Colocación de señales verdes en aquellas zonas en las que exista peligro de contaminación medioambiental.

Pilar de Gestión Temprana

El principal objetivo del Pilar de Gestión Temprana de Equipos es reducir los tiempos necesarios para que el equipo sea completamente fiable desde el primer momento.

Los puntos clave de este pilar son los que se señalan a continuación:

- Implementación de un sistema de revisión de proyectos. Los líderes de este pilar tienen que tener conocimiento de las mejoras que se han hecho con anterioridad y sus posibles aplicaciones a problemas que se presentan en la actualidad.

- Sistematizar el conocimiento de estas mejoras. Para ello será necesaria la creación de una base de datos que contenga: el diseño de mejoras posibles y de factibles a corto plazo; y los problemas persistentes en el equipo.

- Integración entre los departamentos de diseño, producción e ingeniería.

Los líderes en este pilar serán los encargados de controlar el “Project Hand Book”, es decir, deberán conocer las fechas de inicio y fin de las tareas propias de estos proyectos, así como del avance de las mismas.

También se ocuparán de la previsión de la necesidad de formación por parte de aquellos operarios que vayan a trabajar con los equipos nuevos o modificados. Y se asegurarán de que los instaladores de las mejoras y de los nuevos equipos, en el caso de que sean subcontratados, entienden los métodos de trabajo de TPM y cumplen con las 5 S's.

Pilar de Mejoras Enfocadas

El objetivo principal de este pilar es mejorar la eficiencia de los equipos mediante la mejora de la capacidad del mismo. No busca la solución a un problema importante y/o repetitivo, como en el casos

de la Gestión Temprana; sino que brota de la necesidad de mejorar un proceso, operación u otros.

Los puntos clave de este pilar son:

- Abandonar las actividades organizadas de manera funcional y pasar a una gestión basada en procesos.

- Tener un mayor entendimiento de la estructura de pérdidas.

Para ello se realiza un árbol de pérdidas en el que se analiza cuáles son las 16 principales pérdidas de una línea.

Cada pérdida se identifica por un KPI (Key Performance Indicator) ó Indicador Clave de Rendimientos. De las 16 pérdidas se trata de atacar a las 3 primeras, siguiendo la LEY DE PARETO: “Atacando el 20% de las causas podremos eliminar el 80% de nuestras pérdidas. Divide y vencerás”.

Pilar de Mantenimiento de Calidad

El principal objetivo del Pilar de Mantenimiento de la Calidad es crear una cultura de “CERO DEFECTOS”. Incorporando la calidad al equipo mediante el mantenimiento, lo que conseguiremos será producir sin defectos de calidad.

Los puntos clave de este pilar son:

- Identificar las condiciones requeridas para producir con calidad. Sobre:

- MAN (mano de obra, operarios...)
- MACHINE (máquina / equipos, herramientas...)
- MATERIAL (materias primas, embalajes...)

- METHOD (método, proceso...)

- Controlar estas condiciones mediante una inspección estandarizada y hacer estas operaciones de inspección más cómodas y sencillas mediante indicadores visuales.

- Resolver la desviación de los estándares mediante la implementación de proyectos de mejoras enfocadas.

Este pilar se ocupa de asegurar la calidad en el producto acabado antes de que llegue a manos del consumidor. Para esto, puede apoyarse en la aplicación de la Norma UNE-EN ISO 9001:2000.

Pilar de Mantenimiento Planeado

El Pilar de Mantenimiento Efectivo tiene como principal objetivo mejorar la eficiencia de aquellas actividades de mantenimiento que no están englobadas en el Pilar de Mantenimiento Autónomo y que también son necesarias para el correcto funcionamiento de las líneas.

Este objetivo se traduce principalmente en la reducción de las 8 grandes pérdidas que existen en una línea de producción:

- Tiempo ocioso
- Pequeñas paradas
- Set up
- Start up
- Tiempo parado
- Velocidad reducida

- Existencia de defectos
- Rework

Los resultados que se consigan en la reducción de estas grandes pérdidas se verán traducidos a términos económicos.

Pilar de Mantenimiento Autónomo

El Pilar de Mantenimiento Autónomo tiene como principal objetivo el conseguir que los operarios mantengan una producción continua en sus líneas y que éstas sean totalmente eficientes.

Para ello el departamento de producción deberá realizar tareas que antes de la implantación de TPM eran realizadas por departamentos externos como el de Calidad o Mantenimiento.

Esta nueva visión mejora la eficiencia de la producción, debido principalmente a dos motivos:

- No debemos olvidar que los operarios de las líneas son los que mejor las conocen, y por tanto, son capaces de desarrollar estas tareas en un tiempo menor y de una manera más eficiente.

- El aumento de motivación que supone para los operarios su incorporación en tareas de control, inspección y reparación, vinculándose de una manera más comprometida con la consecución de los objetivos.

Estos cambios en el reparto de tareas, no se pueden realizar de manera brusca, requieren un cambio de mentalidad; es importante que se desarrolle un plan de implementación que describa todos los pasos. Por ello la implantación del nuevo método

de trabajo debe realizarse en primer lugar por un equipo piloto que conozca los procedimientos, para que sirva como ejemplo al resto del personal. (GANCEDO, 2007).

El TPM constituye un nuevo concepto en materia de mantenimiento, basado este en los siguientes cinco principios fundamentales:

1. Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
2. Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. De tal forma se trata de llegar a la Eficacia Global.
3. Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos.
4. Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.

5. Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

La aplicación del TPM garantiza a las empresas resultados en cuanto a la mejora de la productividad de los equipos, mejoras corporativas, mayor capacitación del personal y transformación del puesto de trabajo.

Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tienen:

- Reducción de averías en los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Control de la precisión de las herramientas y equipos.
- Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos.
- Formación y entrenamiento del personal. (Lefcovich, 2009)

La implementación está conformada por una serie de fases comprendida cada una por etapas por las que debe pasar la empresa para alcanzar sus objetivos.

Fase de preparación: Decisión de aplicar el TPM en la empresa, campaña de información, formación de comités, análisis de las condiciones existentes o diagnóstico, planificación.

Fase de implementación: Capacitación, implantación de las 3 Y: Motivación, Competencia y Entorno de Trabajo, implantación del CEP (Control Estadístico de Procesos) para monitoreo, determinación y cálculo de ratios e indicadores, experiencia piloto, aplicación de mantenimiento autónomo e Implementación de las 5 “S”, aplicación de mantenimiento planificado.

Fase de evaluación: Análisis de resultados obtenidos.

Fase de estandarización: Se estandarizan los resultados obtenidos y luego se da comienzo a un nuevo proceso continuo de mejora en materia de fiabilidad y durabilidad.

Las actividades fundamentales para llevar a cabo el TPM son:

- Mantenimiento Autónomo. Comprende la participación activa por parte de los operarios en el proceso de prevención a los efectos de evitar averías y deterioros en las máquinas y equipos. Tiene especial trascendencia la aplicación práctica de las Cinco “S”. Una característica básica del TPM es que son los propios operarios de producción quienes llevan a término el mantenimiento autónomo, también denominado mantenimiento de primer nivel. Algunas de las tareas fundamentales son: limpieza, inspección, lubricación, aprietes y ajustes.
- Aumento de la efectividad del equipo mediante la eliminación de averías y fallos. Se realiza mediante medidas de prevención vía rediseño-mejora o establecimiento de pautas para que no ocurran.

- **Mantenimiento Planificado.** Implica generar un programa de mantenimiento por parte del departamento de mantenimiento. Constituye el conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminación. Este conjunto de labores serán ejecutadas por personal especializado en mantenimiento.

- **Prevención de Mantenimiento.** Mediante los desarrollos de ingeniería de los equipos, con el objetivo de reducir las probabilidades de averías, facilitar y reducir los costos de mantenimientos. Se trata pues de optimizar la gestión del mantenimiento de los equipos desde la concepción y diseño de los mismos, tratando de detectar los errores y problemas de funcionamiento que puedan producirse como consecuencia de fallos de concepción, diseño, desarrollo y construcción del equipo, instalación y pruebas del mismo hasta que se consiga el establecimiento de su operación normal con producción regular. El objetivo es lograr un equipo de fácil operación y mantenimiento, así como la reducción del período entre la fase de diseño y la operación estable del equipo y la elevación en los niveles de fiabilidad, economía y seguridad, reduciendo los niveles y riesgos de contaminación.

- **Mantenimiento Predictivo.** Consistente en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan. De tal forma pueden programarse los paros para reparaciones en los momentos oportunos. La filosofía de este tipo de mantenimiento se basa en que normalmente las averías no aparecen de repente, sino que tienen una evolución. Así pues el Mantenimiento Predictivo se basa en detectar estos defectos con antelación para corregirlos y evitar paros no programados, averías importantes y accidentes. Entre los beneficios de su aplicación tenemos: a) Reducción de paros; b) Ahorro en los costos de mantenimiento; c) Alargamiento de vida de los equipos; d) Reducción de daños provocados por averías; e) Reducción en el número de accidentes; f) Más eficiencia y calidad en el funcionamiento de la planta; g) Mejoras de relaciones con los clientes, al disminuir o eliminar los retrasos. Entre las tecnologías utilizadas para el monitoreo predictivo tenemos: a) análisis de vibraciones; b) análisis de muestras de lubricantes; c) termografía; y, d) Análisis de las respuestas acústicas. (Lefcovich, 2009)

Para llevar a cabo el mantenimiento planificado se vuelve fundamental la introducción de conceptos y metodologías que van de la mano con esta, es el caso de las 5S's las cuales son las operaciones de Organización, Orden y Limpieza quienes fueron desarrolladas por empresas japonesas, entre ellas Toyota, con el nombre de 5S. Se han aplicado en diversos países con notable éxito. Las 5S son las iniciales de cinco palabras japonesas que nombran a cada una de las cinco fases que componen la metodología:

- SEIRI - ORGANIZACIÓN

Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.

- SEITON - ORDEN

Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

- SEISO - LIMPIEZA

Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado de salud.

- SEIKETSU - CONTROL VISUAL

Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.

- SHITSUKE - DISCIPLINA Y HÁBITO

Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas. (Villacreses, 2005)

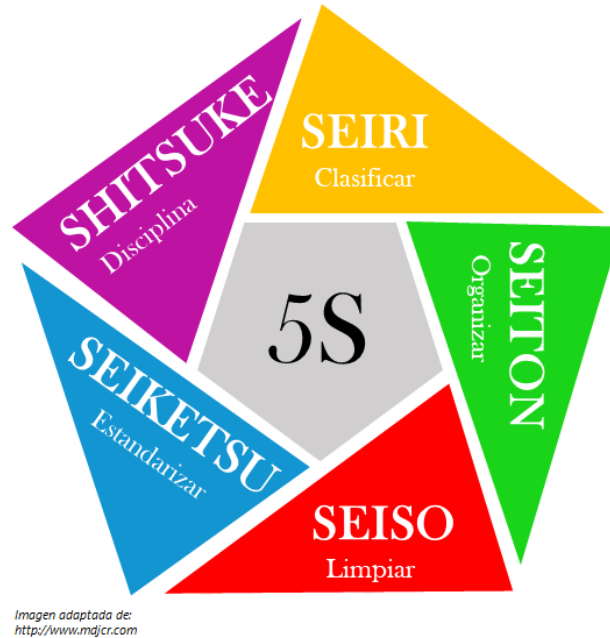


Ilustración 2 5´S. Tomado de <https://apping.com.co/5s/>

Las 5S´ se implementan desde que se decide trabajar con el TPM y se siguen aplicando como base para el correcto funcionamiento de la metodología.

Como soporte y cumplimiento de la NTC ISO 14001 versión 2015 nos debemos enfocamos un poco más en el componente ambiental, se deben tener en cuenta los impactos tanto negativos como positivos que se pueden desarrollar durante los procesos, es así como por medio de las matrices de aspectos e impactos, se identifican los impactos que se encuentran asociados a cada aspecto de los procesos de la empresa y a través de su reconocimiento se formulan medidas de mitigación de los impactos significativos, se implementan acciones para la protección ambiental, se establecen controles operacionales en los cuales se describen su seguimiento y medición y con los que se trabaja para el cumplimiento normativo de las fuentes de contaminación.

Obligaciones de ley en cumplimiento a la normativa Colombiana

Una forma de demostrar lo que las empresas le están aportando al ambiente y ser conocidas en cuanto a su sostenibilidad, son los formularios e informes que se realizan anualmente y se presentan ante las autoridades, entre los que se encuentran y se describen a continuación

El RUA (Registro Único ambiental): El proceso de implementación del RUA manufacturero fue iniciado en el año 2011 en cumplimiento de la Resolución 1023 de mayo de 2010 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT. Para la inscripción en el RUA Manufacturero de los establecimientos obligados a diligenciar este registro (Ver Art. 4 de la Resolución), la empresa diligencia el formato del Anexo 2 de la Resolución 1023 de mayo de 2010 y lo envía a la autoridad ambiental competente.

Información como los datos de empresa y del establecimiento, autorizaciones ambientales, entradas y salidas de agua, energía eléctrica, fuentes fijas que generan emisiones atmosféricas, almacenamiento de combustibles emisiones de ruido ambiental, materias primas consumidas y bienes consumibles - recursos naturales sujetos a salvoconducto o remisión de movilización, bienes elaborados y/o servicios ofrecidos, residuos o desechos y las acciones de gestión ambiental, son algunos de los temas que encontrarán en éste registro. Por lo anterior, es de gran importancia

que el establecimiento recopile y conserve toda la información que se requiera para el diligenciamiento del registro.

Al terminar de diligenciar el registro, el establecimiento deberá cerrarlo y enviarlo vía web e imprimir el comprobante de cierre, el cual debe conservar como prueba de que cumplió con el trámite ambiental. (Secretaría Distrital de Ambiente)

RESPEL (Residuos Peligrosos): Desde enero de 2008 la Secretaría Distrital de Ambiente entró en el proceso de inscribir a todos los generadores de residuos o desechos peligrosos a nivel Distrital, en cumplimiento de lo ordenado por la Política Nacional de Residuos Sólidos y la Resolución Nacional 1362 de 2007.

El proceso de inscripción a este registro es el siguiente: en el caso de Bogotá, primero se debe enviar una carta a la Secretaría Distrital de Ambiente, utilizando el formato establecido en la resolución 1362 de 2007 y en cual, solicitan la asignación de las claves correspondientes para diligenciar el Registro. Esta carta debe incluir los datos de la empresa u organización (razón social, NIT, dirección, teléfono, representante legal, entre otros).

Posteriormente, la entidad encargada, en este caso Secretaría de Ambiente, responderá al generador, informándole el usuario y la clave asignado para que mediante la página web <http://kuna.ideam.gov.co/mursmpr/index.php> puedan diligenciar el registro de generadores de residuos peligrosos.

Información como los datos de la empresa, del establecimiento, identificación de bienes y servicios utilizados, qué clase de residuos peligrosos genera, y descripción de los procesos o actividades, son algunos de los ítems que encontrarán en este registro.

Por lo anterior, es de gran importancia que cada empresa consolide su diagnóstico de generación y manejo de residuos peligrosos con el objetivo de clasificar y cuantificar los residuos que genera.

Luego de diligenciar en su totalidad el registro, el generador deberá cerrar el formato vía web e imprimir el comprobante de registro, el cual debe conservar como prueba de que cumplió con el trámite ambiental.

Finalmente, los generadores que se hayan registrado deben actualizar anualmente ante la autoridad ambiental, a más tardar hasta el 31 de marzo de cada año, toda la información reportada en el primer Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos. (Secretaría Distrital de Ambiente)

GRI (Global Reporting initiative): Los Estándares GRI representan las mejores prácticas a nivel global para informar públicamente los impactos económicos, ambientales y sociales de una organización. La elaboración de informes de sostenibilidad a partir de estos Estándares proporciona información acerca de las contribuciones positivas y negativas de las organizaciones al desarrollo sostenible.

Los Estándares GRI –modulares e interrelacionados– están diseñados principalmente para ser usados en conjunto a la hora de elaborar informes de sostenibilidad centrados en temas materiales. Los tres Estándares Universales son aplicables a cualquier organización que prepare un informe de sostenibilidad. Además, las organizaciones seleccionan de entre los Estándares temáticos para informar acerca de sus temas materiales, ya sean temas económicos, ambientales o sociales.

La elaboración de informes de conformidad con los Estándares GRI aporta una perspectiva general y equilibrada de los temas materiales de una organización, de los impactos relacionados y de cómo los gestiona. Las organizaciones también pueden utilizar todos o partes de algunos Estándares GRI para presentar información específica. (GRI Empowering sustainable decisions)

ICA (Informe de Cumplimiento Ambiental): es el instrumento través del cual, el beneficiario de la Licencia Ambiental o Plan de Manejo Ambiental, detalla el cumplimiento de las tareas ambientales a las que se ha comprometido. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019)

Información General

Durante los años que la División de Insumos Industriales y Energía viene implementando la metodología TPM la empresa ha logrado alcanzar con éxito el paso 4 de los 7 que se plantean, y si bien este no es el paso donde se centra el componente ambiental sí se debe llevar una continuidad, un constante aprendizaje y un intercambio de información entre los operarios y los profesionales en el área ambiental.

La metodología TPM requiere de gran apoyo del área de gestión ambiental tanto en la planeación como en la ejecución de los proyectos que se tienen planeados, pero como la misma metodología lo propone, los operarios deben tener la autonomía para ejecutar los planes propuestos desde el área ambiental y es ahí donde se centra el proyecto, en acompañar a los líderes de los pilares ambientales en los procesos, guiando donde se tienen dificultades, apoyando en los procesos, proponiendo mejoras, entre otras.

La División de Insumos Industriales y Energía se encuentra muy bien constituido en cuanto al cumplimiento de la legislación ambiental, esto gracias a que se cuenta con un plan de mediciones y un sistema legal interno en el que se le da seguimiento a las mediciones que se realizan en las plantas y minas de la compañía y se tiene previsto según resultados y a criterio de la autoridad ambiental su frecuencia de medición a los recursos impactados, se le da seguimiento a las mediciones de aguas, ya sea en los ríos, quebradas o lagos involucrados en las actividades de producción; se realizan mediciones en cuanto a calidad del aire y emisión de ruido y al contar en las plantas con chimeneas éstas se deben medir como fuentes fijas, cada una de estas mediciones cuenta con una periodicidad establecida por la autoridad ambiental o por el UCA (Unidad de Contaminación Atmosférica) en el caso de las fuentes fijas.

En el tema de los residuos sólidos se cuenta con el manejo integral de los residuos sólidos, el cual abarca desde su generación hasta su disposición final, con este fin, se tienen distribuidos estratégicamente los puntos ecológicos en toda la compañía, lo cual representa el primer paso para su separación, estos residuos son llevados posteriormente al acopio de residuos donde son debidamente

seleccionados y recogidos por los distintos gestores de residuos reciclables, ordinarios, especiales y peligrosos.

Metodología

Para el fortalecimiento de la metodología TPM se hizo necesario trabajar con cada uno de los involucrados, tanto en la parte ambiental como quienes no se enfocan en ella, para el conocimiento de los factores que inciden en las pérdidas ambientales, para esto se realizaron capacitaciones a los contratistas y vinculados de modo que conocieran más de cerca las estrategias ambientales y entendieran y apoyaran los procesos durante su corta o larga estadía en las instalaciones; en estas capacitaciones se tocaron temas relacionados con la metodología TPM enfocada al pilar ambiental, la separación de residuos en el parque industrial, el tratamiento de las aguas residuales industriales y el manejo ambiental en las minas.

Se realizaron acompañamientos presenciales y vía telefónica para la actualización de los documentos que se encuentran en los tableros del pilar ambiental de cada una de las plantas y minas, en este caso se comenzó con la matriz de aspectos e impactos ambientales de las plantas y minas de la división de insumos industriales y energía, la persona encargada debe explicar si en el proceso se debe adicionar algún aspecto que requiera ser calificado o si es el caso ser calificado de manera diferente.

Posteriormente se realizaron los controles operacionales los cuales debían ajustarse a cada aspecto ambiental definido en la matriz de aspectos e impactos y con los cuales se controlan los impactos ambientales causados en los procesos. Junto con las personas encargadas se debe mantener un constante intercambio de información que permite dar cumplimiento de todos los requerimientos de esta

Mes	Acueducto (m3)	Agua Recirculada (m3)
Enero	1507,00	
Febrero	1772,00	
Marzo	1705,00	
Abril	2148,00	
Mayo	0,00	
Junio	0,00	
Julio	0,00	
Agosto	0,00	
Septiembre	0,00	
Octubre	0,00	
Noviembre	0,00	
Diciembre	0,00	
TOTAL	7132,00	0,00

Tabla 4. Datos de agua Base de Datos

Mediciones Ambientales



Al darle clic en la imagen podrás revisar el plan de mediciones y el resumen de las mediciones Ambientales de:

- Agua
- Aire
- Calidad del aire
- Ruido

<https://orgcorona.sharepoint.com/sites/PAmbiental/Mediciones%20Ambientales/Forms/AllItems.aspx?viewpath=%2Fsites%2FPAmbiental%2FMediciones%20Ambientales%2FForms%2FAllItems.aspx>

Tabla 5. Link de mediciones ambientales Base de Datos

MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO									
Materia Prima	Arcilla (kg)	Arena (kg)	Caliza (kg)	Caolin (kg)	Feldespató (kg)	Talco (kg)	Dolomita (kg)	Bola alumina Kg	TOTAL
MES									
Enero	1160425	2490660		5578		56350	217479	2768	3933260
Febrero	705651	1914220		31172		0	414078	2250	3067371
Marzo	1472901	2713475		0		33350	291877	2794	4514397
Abril	879125	2996993		11296		37533	282521	3033	4210501
Mayo	646841	2815786		26362		10925	603009	2690	4105613
Junio									0
Julio									0
Agosto									0
Septiembre									0
Octubre									0
Noviembre									0
Diciembre									0
TOTAL	4864943	12931134	0	74408	0	138158	1808964	13535	19817607

Tabla 6. Materias primas Base de Datos

2019													
Mes	Reciclables						Residuos ordinarios	Residuos especiales		Residuos peligrosos	Recuperados en proceso	Reutilizados	Compostaje
	Papel	Cartón	Plástico	Vidrio	Pasta	Madera		Limalla	Generación				
Enero	0,00	15,00	0,00	0,00	5,00	0,00	616,00	730,00	0,00	58,00	0,00	0,00	0,00
Febrero	4,00	39,00	0,00	7,00	2,00	708,00	483,00	1900,00	0,00	203,00	0,00	0,00	0,00
Marzo	15,00	40,00	0,00	14,00	0,00	0,00	475,00	620,00	580,00	130,00	0,00	0,00	0,00
Abril	6,00	16,00	0,00	0,00	5,00	0,00	531,00	1420,00	0,00	211,00	0,00	0,00	0,00
Mayo	12,00	46,00	0,00	6,00	0,00	44,00	402,00	580,00	0,00	144,00	0,00	0,00	0,00
Junio													
Julio													
Agosto													
Septiembre													
Octubre													
Noviembre													
Diciembre													
TOTAL	37,00	156,00	0,00	27,00	12,00	752,00	2507,00	5230,00	580,00	748,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL RECICLAB	984,00												

Mes	Residuos sólidos contaminados con hidrocarburos o sustancias peligrosas A4140	RESIDUOS PELIGROSOS kg						Total
		Luminaria Y29	Pilas Y31	Desechos y recipientes de sustancias químicas desconocidas, Carbonato de Bario, Nitrato de Sodio, Nitrato de Potasio, Mergal, Litargiro Y14	Hospitalarios (biocantantes, cortopunczantes) Y1	Aceites o aguas contaminados con grasas y lodos Y9	Aceites y grasas usadas Y8	
Enero	58,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58,00
Febrero	203,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	203,00
Marzo	130,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	130,00
Abril	211,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	211,00
Mayo	144,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	144,00
Junio								0,00
Julio								0,00
Agosto								0,00
Septiembre								0,00
Octubre								0,00
Noviembre								0,00
Diciembre								0,00

Tabla 7. Residuos sólidos Base de Datos

Mes	Producción (ton)				GRANULADOR LANCASTER	TOTAL (ton)
	Compuestos	Esmaltes y engobes	Fritas	Granillas		
Enero	2351,94	947,95	489,67	25,6	49,84	1023,39
Febrero	1602,22	765,14	931,04	43,18	96,66	904,98
Marzo	1812,63	751,39	992,72	26,21	36,18	813,78
Abril	1725,20	679,40	565,59	20,16	7,80	699,55
Mayo	1656,49	877,56	308,33	20,48	0,00	898,03
Junio						0
Julio						0
Agosto						0
Septiembre						0
Octubre						0
Noviembre						0
Diciembre						0
TOTAL	9148,481	4021,435	3287,348	135,624		4339,735

Tabla 8. Producción Base de Datos

DERRAMES ACCIDENTALES					
Mes	Localización del derrame	Volumen del derrame	Material del derrame	Descripción de las consecuencias de los derrames	
Derrame 1	Enero	Tolva de alimentación molino pendular	aprox 1000 kg	Catch Beads malla 200	Residuos sólidos generaron contaminación en el piso, debido a que se presentó un derrame de material producto terminado, además se genero material particulado por la expansión de polvo.
Derrame 2	Enero	Ciclón del molino pendular	aprox 500 kg	Catch Beads malla 200	Residuos sólidos generaron contaminación en el piso, debido a que se presentó un derrame de material producto terminado, además se genero material particulado por la expansión de polvo.
Derrame 6					
Derrame 7					
Derrame 8					
Derrame 9					
Derrame 10					
		Total	2		



Tabla 9. Accidentes Base de Datos

Mes	Equipo (Horas de Operación)														
	Molino 1	Molino 2	Molino 3	Molino 4	Molino 5	Molino 6	Secadero 1	Secadero 2	Comb. Gas Natural	Filtro Grande	Empacadora Taylor	Limpieza de Big Bag	Molino 7	Molino Pendular	zaranda 09
Enero	335	182	226	135	169	313	440	358					384	70	255
Febrero	271	296	297	215	236	100	452	466					297	78	316
Marzo	331	288	93	62	63	270	141	234					368	379	328
Abril	224	260	203	228	0	204	177	28					500	66	181
Mayo	150	136	311	292	0	122	75	61					435	125	134
Junio	63	126	87	21	20	160	122	50					468	222	43
Julio															
Agosto															
Septiembre															
Octubre															
Noviembre															
Diciembre															
Total	1374	1288	1217	953	488	1169	1407	1197	0	0	0	0	2452	940	1257

Tabla 10. Horas de operación de los equipos Base de Datos

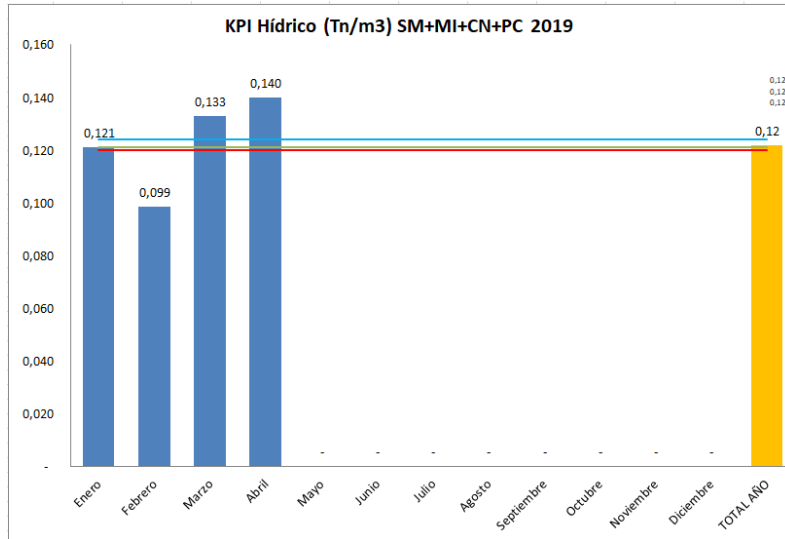


Tabla 11. Indicador KPI hídrico Base de Datos

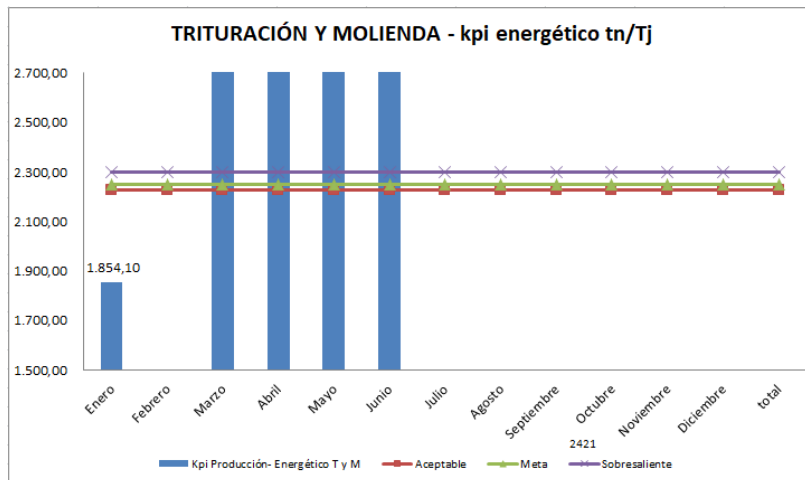


Tabla 12. Indicador KPI energético Base de Datos

RESUMEN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Versión 01
Vigencia: 13/09/2014

PROCESO	Trituración y Molienda	MAQUINA	AÑO	2019
---------	------------------------	---------	-----	------

TOTAL FUENTES DE CONTAMINACIÓN

5

FC ELIMINABLES

FC NO ELIMINABLES

2

3

MESES	ELIMINADAS	Acumuladas eliminadas	Entradas FC nuevas eliminables	Acumuladas no eliminadas	FC tratadas	Acumuladas Tratadas	FC nuevas no tratadas	PENDIENTES POR TRATAR
ENERO	0	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	1	2	0	0	0	3	0
MARZO	0	1	0	1	3	3	0	3
ABRIL	0	1	0	1	0	3	0	0
MAYO	0	1	0	1	0	3	0	0
JUNIO	0	1	0	1	0	3	0	0
JULIO	0	1	0	1	0	3	0	0
AGOSTO	0	1	0	1	0	3	0	0
SEPTIEMBRE	0	1	0	1	0	3	0	0
OCTUBRE	0	1	0	1	0	3	0	0
NOVIEMBRE	0	1	0	1	0	3	0	0
DICIEMBRE	0	1	0	1	0	3	0	0

SIN O MODIFICAR LAS CELDAS AMARILLAS

El siguiente formato busca realizar el seguimiento periódico a todas las fuentes de contaminación.

Seguimiento

CALIFICACIÓN DE SEGUIMIENTO	
	Avance con estado o proyecto de la compañía
	Los casos de estudio o proyectos se encuentran en elaboración
	Los casos de estudio o proyectos se han iniciado

PLANTA	DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE	¿CUMPLE CON		CALIFICACIÓN DE SEGUIMIENTO												CAPEX		
		SI	NO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE			
TAM	Generación de residuos sólidos en el receptor del bajante de la línea 1	X			Si inició caso estudio	Caso estudio está en etapa de medición	Caso estudio está en etapa de medición	Caso estudio está en etapa de mejora										
	Material particulado en la tolva de la línea 2 cuando surte el cargador	X			* Si inició caso estudio * Se realizó limpieza de los filtros de mangas control y se inspeccionó mangas	* Se realizó limpieza de los filtros de mangas control y se inspeccionó mangas	* Se realizó limpieza de los filtros de mangas control y se inspeccionó mangas	* Se realizó limpieza de los filtros de mangas control y se inspeccionó mangas										
	Material particulado en la tolva de la línea 1 cuando surte el cargador		X		* Si inició caso estudio * Se realizó limpieza de los filtros de mangas control y se inspeccionó mangas	* Si inició caso estudio * Se realizó limpieza de los filtros de mangas control y se inspeccionó mangas	* Si inició caso estudio * Se realizó limpieza de los filtros de mangas control y se inspeccionó mangas	* Si inició caso estudio * Se realizó limpieza de los filtros de mangas control y se inspeccionó mangas										
	Material particulado en la tolva de la línea 2 cuando surte el cargador	X			* Si inició caso estudio * Se realizó limpieza de los filtros de mangas control y se inspeccionó mangas	* Si inició caso estudio * Se realizó limpieza de los filtros de mangas control y se inspeccionó mangas	* Si inició caso estudio * Se realizó limpieza de los filtros de mangas control y se inspeccionó mangas	* Si inició caso estudio * Se realizó limpieza de los filtros de mangas control y se inspeccionó mangas										

Tabla 13. Fuentes de contaminación Base de Datos

OBJETIVOS, METAS Y PROGRAMAS DE GESTION AMBIENTAL AÑO 2019												RESMDS-001		Versión 01 Vigencia: 01/07/2015 Aprobado por Jorge Inzunza - Jefe Gestión Ambiental							
CONVENCIÓNES: AZUL Cuando se debe dar inicio a la tarea o se ha iniciado programado ROJO Cuando la tarea ha sobrepasado la fecha de finalización programada VERDE Cuando la tarea ha sido iniciada NEGRO Cuando la tarea ha superado la fecha de inicio programada y está en ejecución												MES									
AÑO	ASPECTO / PELIGRO	OBJETIVO	META 2019	INDICADOR	CÁLCULO	UNIDAD	FRECUENCIA DE ESTABLECIMIENTO DEL OBJETIVO	ESTRATEGIA	RESPONSABLE	FECHAS DE PROGRAMACIÓN INICIO	FECHAS DE PROGRAMACIÓN FIN	FECHAS DE EJECUCIÓN INICIO	FECHAS DE EJECUCIÓN FIN	APROBADO POR	MEJORAMIENTO ALCANZADO						
2019	Consumo Energético	Mantener la meta del 2018 para el 2019	2252 Mj	Base de datos ambiental	Toneladas producidas/h consumidas	Mj	Mensual	* Uso de aditivos de molienda para aumentar rendimiento. * Aumento de rendimiento en molienda por uso del molino pendular.	Ivan Dario Higuera	20/01/2019	31/03/2019	10/10/2019	31/12/2019	Ivan Dario Higuera	* En el mes de Enero el resultado fue de 854 kWh. * En el mes de Febrero el resultado fue de 1432 Mj. * En el mes de Marzo el resultado fue de 2300 Mj. * En el mes de Abril el resultado fue de 4259 Mj.	Planeado					
	Generación de residuos especiales	Mantener la meta del 2018 en reducción de residuos especiales	10000 Kg/mes	Generación de residuos especiales mes	Kg de residuos	Kg/mes	Mensual	* Realizar una buena separación tanto en la fuente como en la disposición (separar si es para relleno o para escombros) * Evaluar un mayor aprovechamiento de los residuos generados en todo el parque industrial.	Coordinador de Operaciones Pilas ambiental	20/01/2019	31/03/2019	10/10/2019	31/12/2019	Andrés Felipe Ghendler	* En el mes de Enero el resultado fue de 1203 kg de residuos especiales. * En el mes de Febrero el resultado fue de 3690 kg de residuos especiales. * En el mes de Marzo el resultado fue de 2470 kg de residuos especiales. * En el mes de Abril el resultado fue de 5200 kg de residuos especiales.	Ejecutado					
CONVENCIÓNES PARA CRONOGRAMA: AZUL Cuando se está ejecutando ROJO Cuando se está planeado												Escribir encima del color de la celda									
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																					
		ENERO	FEBRERO	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
		* Menor producción en equipos de menos consumo y mayor rendimiento, en el molino PENDULAR. * Menor producción con referencias que usan aditivo de molienda. Molinos 3-4 con con Fontavit	* Menor producción en equipos de menos consumo y mayor rendimiento, en el molino PENDULAR. * Menor producción con referencias que usan aditivo de molienda. Molinos 3-4 con Fontavit	* Se aumento la producción de arena al 200 en el Molino 7 * Se aumento pedido de emendas en el Molino Pendular. Ambos molinos son de muy buen rendimiento y bajo consumo			* Se aumento la producción de arena DL 200 en el Molino 7 * Se continúa con programa de emendas en el Molino Pendular. Ambos molinos son de muy buen rendimiento y bajo consumo			* Se continúa con producción en el molino 7 y en el pendular con referencias de mayor rendimiento. * Molinos pequeños no ha sido posible hacer buen uso del aditivo de molienda debido a las bajas producciones.											
		* Se realizó aprovechamiento de finos gruesos en la producción de Emenda. * Se están aprovechando los finos gruesos para regeneración de mina explotada.	* Se realizó aprovechamiento de finos gruesos en la producción de Emenda. * Se están aprovechando los finos gruesos para regeneración de mina explotada.	* El resultado fue muy alto por la acumulación de 31 facturas por disposición de finos a escombros.			Se están aprovechando los finos gruesos para regeneración de mina explotada.														

Tabla 14. Objetivos, metas y programas Base de Datos

La información es tratada en el compuesto ambiental con el fin de analizar el comportamiento de los consumos hídricos y energéticos en relación a la producción y ventas.

Seguimiento de Consumos																
• Se realiza este seguimiento de manera mensual para mantener el histórico de los datos y así conocer la situación real de cada localidad. la idea es que aparte de documentar cifras también agregar los comentarios para mayor información • Para los consumos de energéticos debe diligenciarse las celdas en blanco automáticamente se calculara la equivalencia en terajulios en las celdas color pastel por lo que se recomienda no manipular las celdas con color.																
UEN	ENERGÍA ELECTRICA															
	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto	
	kWh	TJ	kWh	TJ	kWh	TJ	kWh	TJ	kWh	TJ	kWh	TJ	kWh	TJ	kWh	TJ
MIP1	80.158	0,29	73.156	0,26	70.172	0,25	56.278	0,20	67.355	0,24	-	-	-	-	-	-
SM La Unión	187.655	0,67	170.697	0,61	169.734	0,59	133.916	0,47	157.254	0,57	-	-	-	-	-	-
CF Sabaneta	208.390	0,75	179.532	0,65	156.368	0,57	201.658	0,73	211.460	0,76	-	-	-	-	-	-
TYM	366.764	1,32	364.512	1,31	331.967	1,20	299.486	1,08	276.479	1,00	-	-	-	-	#DIV/0!	#DIV/0!
SM Sopo	227.073	0,82	191.529	0,69	185.502	0,67	174.489	0,63	155.165	0,56	-	-	-	-	-	-
SM Guadalupe	375.847	1,35	338.904	1,22	306.205	1,10	309.602	1,12	437.745	1,58	-	-	-	-	-	-
GAMMA Sabaneta	246.720	0,89	220.040	0,79	237.580	0,86	234.820	0,85	239.380	0,86	-	-	-	-	-	-
GAMMA Itagui	5.040	0,02	5.040	0,02	6.600	0,02	5.640	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
GAMMA Sogamoso	37.653	0,14	43.658	0,16	39.608	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SM Calciación	6.439	0,02	63.960	0,23	67.232	0,24	7.257	0,03	119.478	0,43	-	-	-	-	-	-
Minas	-	-	-	-	-	-	7840,00	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	1.741.121	6,27	1.650.646	5,94	1.624.968	5,85	1.485.387	5,35	1.664.355	5,99	-	-	-	-	#DIV/0!	#DIV/0!
hola	5,98		5,68		5,60		5,14		5,75		0,00		0,00			
UEN	GAS NATURAL															
	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto	
	GN Nm3	TJ	GN Nm3	TJ	GN Nm3	TJ	GN Nm3	TJ	GN Nm3	TJ	GN Nm3	TJ	GN Nm3	TJ	GN Nm3	TJ
MIP1	31.719	1,12	28.560	0,99	39.647	1,40	17.390	0,61	39.007	1,38	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
SM La Unión	30.292	1,07	23.371	0,84	18.720	0,66	40.967	1,45	20.697	0,73	-	-	-	-	-	-
CF Sabaneta	94.281	3,33	179.277	6,33	194.564	6,87	120.734	4,26	81.863	2,89	1.741.703	61,52	-	-	-	-
TYM	38.483	1,36	46.378	1,64	15.273	0,54	4.294	0,15	4.601	0,16	4.569	0,16	-	-	-	-
GAMMA Itagui	2.096	0,07	2.524	0,09	2.371	0,08	3.001	0,11	2.521	0,09	-	-	-	-	-	-
GAMMA Sogamoso	51.667	1,83	32.647	1,15	36.150	1,28	41.243	1,46	37.581	1,33	-	-	-	-	-	-
TOTAL	478.385	15,13	474.430	16,76	481.494	17,01	405.691	14,41	236.983	8,49	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
		14		15,77		15,07789		15,7165966		6,995315766		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
UEN	ACPM															
	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Agosto			
	ACPM litros	TJ	ACPM litros	TJ	ACPM litros	TJ	litros	TJ	litros	TJ	litros	TJ	litros	TJ	litros	TJ
SM La Unión	4.731	0,18	4.164	0,16	3.407	0,13	3.028	0,11	4.542	0,17	-	-	-	-	-	-
TYM	18.250	0,69	20.699	0,78	2.903	0,11	4.023	0,15	2.600	0,10	-	-	-	-	-	-
SM Guadalupe	1.114	0,04	1416,49668	0,05	1261,29520	0,05	1407,03318	0,05	0	-	-	-	-	-	-	-
SM Calciación	-	-	2892,0456	0,11	2364,5168	0,09	1827,722	0,07	2880,6894	0,11	-	-	-	-	-	-
Minas	87.481	3,29	103.516	3,90	58.754	3,22	48.521	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	111.580	4,20	132.687	4,99	108.718	4,00	57.142	2,10	#DIV/0!	#DIV/0!	-	-	-	-	-	-
UEN	GLP															
	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto	
	L	TJ	L	TJ	L	TJ	L	TJ	L	TJ	L	TJ	L	TJ	L	TJ
SM CF Sabaneta	1.341,14	0,03	2.225,81	0,06	3.071,41	0,08	3.557,90	0,09	2.600	0,07	-	-	-	-	-	-
Sopo	35075	0,91	30.497,00	0,77	24470	0,61	20210	0,51	0	-	-	-	-	-	-	-
SM Calciación	-	-	4.614,40	0,12	4.285	0,11	-	-	7.347	0,18	-	-	-	-	-	-
TOTAL	37.683	1,40	63.017	1,58	39.350	0,99	27.326	0,70	211	0,00	-	-	-	-	-	-
UEN	CARBON															
	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto	
	Tn	TJ	Tn	TJ	Tn	TJ	Tn	TJ	Tn	TJ	Tn	TJ	Tn	TJ	Tn	TJ
SM Calciación	-	-	135	3,46	245	6,26	-	-	211	5,38	-	-	-	-	-	-
1000																
Planta	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto	
	tj	Canasta %	tj	Canasta %	tj	Canasta %	tj	Canasta %	tj	Canasta %	tj	Canasta %	tj	Canasta %	tj	Canasta %
M2	1	0,053	73	1,25	0,039	47,93	1,653	0,053	68	0,817	0,036	85,035	1,620	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
SM La Unión	2	0,072	204	1,61	0,050	149,39	1	0,040	139	2,034	0,091	245,031	1,468	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
CF Sabaneta	4	0,154	39	7,01	0,218	28,20	8	0,244	26	5,035	0,235	40,758	3,686	#DIV/0!	#DIV/0!	62
TYM	3,38	0,127	200	3,76	0,117	145,21	2	0,056	192	1,426	0,064	233,580	1,288	#DIV/0!	#DIV/0!	0
SM Sopo	2	0,065	175	1,46	0,045	110,90	2	0,068	117	1,136	0,051	125,753	0,559	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
SM Guadalupe	3	0,098	463	2,46	0,077	319,41	3	0,083	388	3,157	0,141	687,496	3,367	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
GAMMA Sabaneta	6	0,228	12	5,31	0,166	8,88	1	0,030	11	5,351	0,238	14,297	0,862	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
GAMMA Itagui	0,09	0,003	0,649	0,11	0,003	1,09	1	0,042	1	0,126	0,006	1,501	0,089	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
GAMMA Sogamoso	2	0,074	13	1,31	0,041	8,27	1	0,046	11	1,457	0,065	21,717	1,328	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
SM Calciación	0	0,001	3,91	0,12	0,122	24,62	7	0,218	33	0,032	0,001	6,102	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Minas	3	0,124	2,574	3,90	0,121	2,555,73	4	0	2,235	1,854	0,083	2,449,734	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
TOTAL	26,54	1,00	3,753	32,09	1	3,093,63	31	1	3,222	22,425	1,000	3,904,811	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Tabla 15. Consumo Energético Compuesto Ambiental

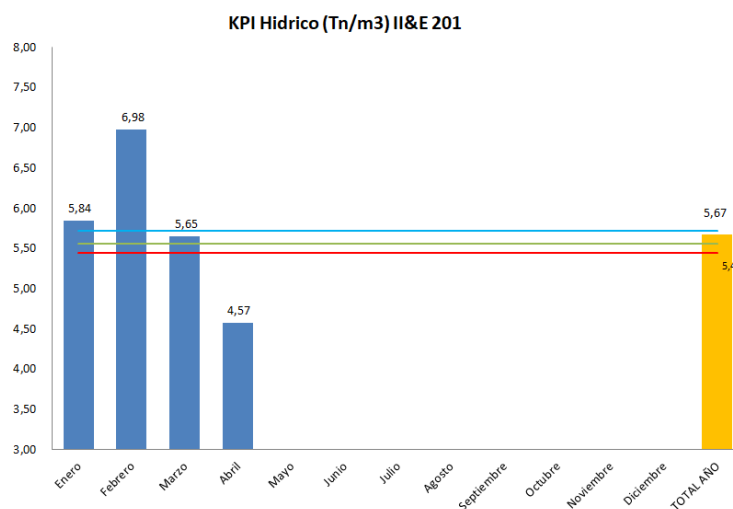


Tabla 18. KPI Hídrico SM+MI+CN+CAL Compuesto Ambiental

Mensualmente se debe lleva el registro de los residuos en la base de datos, para conocer el comportamiento a través del tiempo y saber la efectividad de los planes de manejo integral de residuos y las capacitaciones realizadas periódicamente.

2019												
RESIDUOS PELIGROSOS												
Mes	Fecha	Residuos NO Reciclables Kg	Residuos Reciclables Kg	Residuos Especiales m ³	Desechos y recipientes de solventes, desengrasantes Kg Y5	Desechos y recipientes contaminados de tintas, pinturas, esmaltes, colorantes, plásticos, lacas o barnices, revelador y fijador (Kg) Y12	Agua contaminada con aceites o hidrocarburos Y3	Pilas (kg) Y23	Desechos consistenres o que contienen productos químicos que no responden a las especificaciones o caducados (A414)	Envases y contenedores de desechos que contienen sustancias incluidas en el anexo I, en concentraciones superiores como para entrar las características peligrosas del anexo II (Pipetas de vidrio (A415))	Desechos resultantes de la producción preparatoria y unidades de productos químicos y materiales para fines fotográficos Y16	TOTAL PELIGROSOS (Kg)
Enero	1 al 3									25		25
	4 al 10									41	29	63
	11 al 17						59			69		128
	18 al 24									68		68
	25 al 31	6505	1036							97	47	260
TOTAL ENERO 2019		6505	1036							97	47	260
Febrero	1 al 7											
	8 al 14						95			63	54	150
	15 al 21									60	79	139
	22 al 28	9005	8570							63	9	243
	29 al 31	9005	8570							63	9	243
TOTAL FEBRERO 2019		9005	8570							63	9	243
Marzo	1 al 7											
	8 al 14									69	5	70
	15 al 21									15	12	27
	22 al 28	8917,5								61	79	124
	29 al 31	8917,5								61	79	124
TOTAL MARZO 2019		8917,5								61	79	124
Abril	1 al 6											
	7 al 13									38	8	47
	14 al 20									145,9	69	214,5
	21 al 27	7327,5								24	58	83
	28 al 30	7327,5								45	8	53
TOTAL ABRIL 2019		7327,5								45	8	53
Mayo	1 al 7											
	8 al 14									38	4	43
	15 al 21									209	19	230
	22 al 28	9590								32	48	1063
	29 al 31	9590								32	48	1063
TOTAL MAYO 2019		9590								32	48	1063
Junio	1 al 7											
	8 al 14											
	15 al 21											
	22 al 28											
	29 al 30											
TOTAL JUNIO 2019												

Tabla 19. Registro de residuos Ordinarios, Reciclables y peligrosos

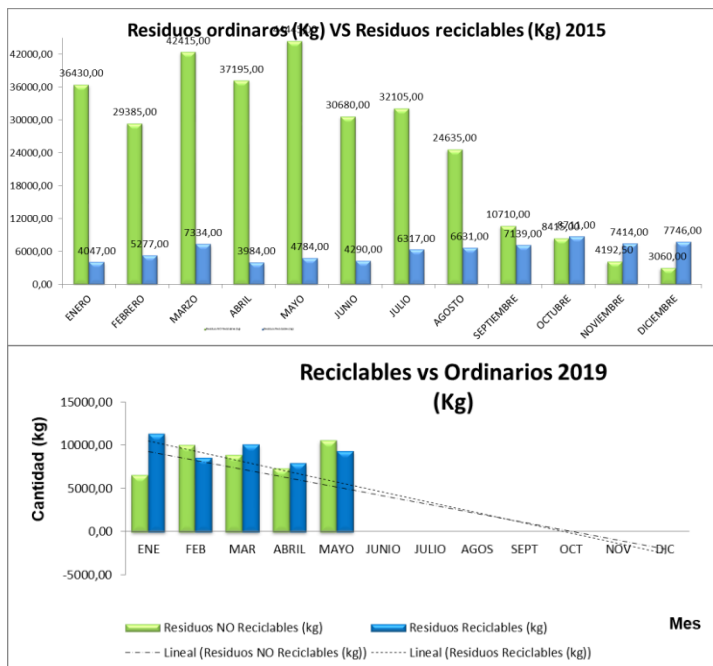


Tabla 20. Comparación entre los residuos dispuestos en 2015 y 2019. Reciclables Vs. Ordinarios

Mediante el plan de mediciones se lleva el control de los estudios que se han realizado y que se tienen planeados para dar cumplimiento a lo dispuesto por las autoridades ambientales, de esta manera es importante mantener actualizada la información y que los encargados de las plantas y minas tengan conocimiento sobre los resultados obtenidos en dichas mediciones para así tener una mirada más amplia hacia lo que se tiene y las implicaciones que esto trae, todo esto se carga con una breve descripción al sistema legal interno, al cual tienen acceso las personas interesadas y por medio del cual se lleva el control legal.

Para dar cumplimiento con la normatividad ambiental legal vigente se lleva a cabo el diligenciamiento de los siguientes registros:

El RUA (Registro Único Ambiental): diligenciado para Agromil, Gamma Itagüí, Gamma Sabaneta, Gamma Sogamoso, Minerales industriales, Moldes, Corlanc, Planta Ibagué, Planta Caolín cerámico, Calcinación y Sumicol Sabaneta.

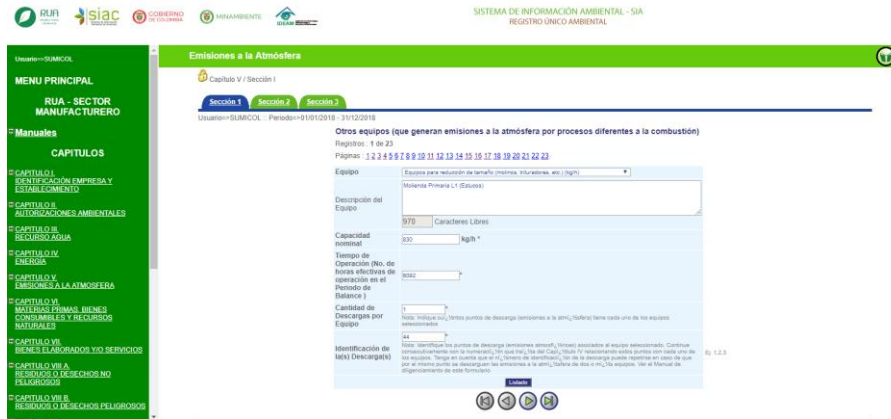


Ilustración 3. Página de diligenciamiento del RUA

El RESPEL (Residuos peligrosos): diligenciado para las minas que requieren llenar este registro.

31/3/2019

INFORMACIÓN DEL CIERRE

INFORMACIÓN SOBRE EL CIERRE DEL FORMATO

Formato Nro.: 5000193389
 Período de Balance: 01/01/2018 - 31/12/2018
 NIT: 890900120
 Empresa: SUMINISTROS DE COLOMBIA S.A.S
 Establecimiento ó instalación: SUMICOL-MINA ARCABUCO
 Responsable del diligenciamiento de la información: Juan Carlos Buitrago Ramirez
 Municipio: ARCABUCO
 Dirección: KM. 7 VIA GACHANTIVA-VILLA DE LEIVA. VEREDA CABECERAS
 Corporación: CORPOBOYACA
 Fecha de diligenciamiento: 31/03/2019
 Fecha y hora del cierre: 31/03/2019 04:07:18 PM

Cerrar

Imprimir

Ilustración 4 Certificado de Cierre de RESPEL

EL GRI (Por sus siglas en inglés Global Reporting Initiative): para las plantas de Agromil, Gamma Itagüí, Gamma Sabaneta, Gamma Sogamoso, Minerales industriales, Minería, Colorificio Sopó, Sumicol.

PERIODO DE REPORTIIDAD DE NEGOCIO	RESPONSABLE
2018	
NOTA	
• Los indicadores que no tengan pestaña no aplican para la operación Corona.	

Estos son los indicadores ambientales completos. Para este año se apropiaron indicadores nuevos y otros que no eran tenidos presentes anteriormente, la idea es reconocer estos indicadores y mencionar la gestión

ASPECTO	INDICADOR	CONTENIDO DEL INDICADOR
Materiales	301	1 MATERIALES UTILIZADOS POR PESO O VOLUMEN
Materiales		2 INSUMOS RECICLADOS UTILIZADOS
Materiales		3 Productos reciclados y materiales de envasado
Energía	302	1 CONSUMO ENERGÉTICO DENTRO DE LA ORGANIZACIÓN
Energía		2 CONSUMO ENERGÉTICO EXTERNO
Energía		3 INTENSIDAD ENERGÉTICA
Energía		4 REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO
Energía		5 Reducciones de los requerimientos energéticos de los productos y servicios
Agua	303	1 EXTRACCIÓN DE AGUA POR FUENTE
Agua		2 Fuentes de agua significativamente afectadas por la extracción
Agua		3 AGUA RECICLADA Y REUTILIZADA
Biodiversidad	304	1 CENTROS DE OPERACIONES EN PROPIEDAD, ARRENDADOS O GESTIONADOS UBICADOS DENTRO DE O JUNTO A ÁREAS PROTEGIDAS O ZONAS DE GRAN VALOR PARA LA BIODIVERSIDAD FUERA DE ÁREAS PROTEGIDAS
Biodiversidad		2 IMPACTOS SIGNIFICATIVOS DE LAS ACTIVIDADES, LOS PRODUCTOS Y LOS SERVICIOS EN LA BIODIVERSIDAD
Biodiversidad		3 HÁBITATS PROTEGIDOS O RESTAURADOS
Biodiversidad		4 Especies que aparecen en la Lista Roja de la UICN y en listados nacionales de conservación cuyos hábitats se encuentran en áreas afectadas por las operaciones
Emisiones	305	1 EMISIONES DIRECTAS DE GEI (Alcance 1)
Emisiones		2 EMISIONES INDIRECTAS DE GEI (Alcance 2)
Emisiones		3 OTRAS EMISIONES INDIRECTAS DE GEI (Alcance 3)
Emisiones		4 INTENSIDAD DE LAS EMISIONES DE GEI
Emisiones		5 REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI
Emisiones		6 Emisiones de partículas que agotan la capa de ozono (SAO)
Emisiones		7 NO _x , SO _x y otras emisiones significativas al aire
Efluentes y residuos	306	1 VERTIDO DE AGUAS EN FUNCIÓN DE SU CALIDAD Y DESTINO
Efluentes y residuos		2 RESIDUOS POR TIPO Y MÉTODO DE ELIMINACIÓN
Efluentes y residuos		3 DERRAMES SIGNIFICATIVOS
Efluentes y residuos		4 Transporte de residuos peligrosos
Efluentes y residuos		5 Cuerpos de agua afectados por vertidos de agua y/o ecorreactivos
Cumplimiento regulatorio	##	1 INCUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN Y NORMATIVA AMBIENTAL
Evaluación ambiental de los proveedores	308	1 NUEVOS PROVEEDORES QUE HAN PASADO FILTROS DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ACUERDO CON LOS CRITERIOS AMBIENTALES
Evaluación ambiental de los proveedores		2 Impactos ambientales negativos en la cadena de suministro y medidas tomadas

Ilustración 5. Contenido del GRI para diligenciamiento

El ICA (Informe de Cumplimiento Ambiental): se diligencia para todas las minas, sea semestral o anual dependiendo del requerimiento impuesto por la autoridad ambiental correspondiente.

ESTADO DEL PERMISO DE VERTIMIENTOS DE RESIDUOS LIQUIDOS										FORMATO: ICA -2a	
Estado del permiso, autorización, concesión o licencia										Hoja ___ de _____	
Versión/Fecha										Código	
1. Otorgado			2. En trámite								
N° y Fecha del acto administrativo:			Vigencia:			Tipo: nueva, modificación, renovación:			Fecha y No de Radicación:		
Estado de cumplimiento (Indicadores de cumplimiento)											
3. Uso del Recurso: vertimiento											
Vertimiento				Duración			Disposición Final				
Punto	Tipo (doméstico o industrial)	Autorizado, l/s	Utilizado, l/s	horas/día	mes/año	Tipo de disposición final	Nombre de la fuente receptora	Coordenadas/origen: Norte y oeste (grados, minutos, segundos)		Descripción del sistema de tratamiento (clasificación y tipo)	
1	Industrial					Vertimiento		09°07'13.06" - 75°23'37.59"		Lago de sedimentación	
4. Monitoreo e inspección ambiental (para cada punto de vertimiento final)											
5. Norma Nacional o internacional											
6. Compromiso (EIA o PMA)											
7. Programa del PMA relacionado. Observaciones:											
Punto	Parámetros	Unidad	Valor	Método de toma de muestra	método de análisis	Fecha de muestreo	Lugar de muestreo	Norma valor: decreto o resolución	Estado *	Valor	
1	pH	Unidades de pH mín	6,56	Puntual	Electrométrico: 4500-H+ B, en unidades de pH.	24/09/2018	Salida de la mina Amala	Res 0631/2015	Cumple		
1		Unidades de pH máx	7,18			24/09/2018	Salida de la mina Amala	Res 0631/2015	Cumple		
1	Temperatura	°C mín	22,1	Puntual	Termométrico (2550 A, B).	24/09/2018	Salida de la mina Amala	Res 0631/2015	Cumple		
1		°C máx	26,5			24/09/2018	Salida de la mina Amala	Res 0631/2015	Cumple		

ESTADO DEL MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS										FORMATO: ICA -2d		
Estado del permiso, autorización, concesión o licencia										Hoja ___ de _____		
Versión/Fecha										Código		
1. Otorgado			2. En trámite									
N° y Fecha del acto administrativo:			Vigencia:			Tipo: nueva, modificación, renovación:			Fecha y No de Radicación:			
Estado de cumplimiento (Indicadores de cumplimiento)												
3. Uso del Recurso:												
Tipo de residuos			Fuente de generación		Sistemas de Tratamiento Toniaño tratadas				Sitio de disposición (lugar)			PMA relacionados
N°	Tipo (Doméstico, industrial, hospitalario)		Autorizado	Dispuesto	Relleno	Botadero	Incineración	Otro	Nombre	Vida útil	localización y coordenadas/origen	
	Industrial	Mterial absorbente		82 Kg				82 Kg			Coambiental	
	Industrial	Lodos de aceite		607 Kg				607 Kg			Coambiental	
	Industrial	Estopas, filtros, contaminadas con pinturas e hidrocarburos		228 Kg				228 Kg			Coambiental	
	Industrial	Acetate usado		80,5 gal				80,5 gal			Ecologística	
4. Monitoreo e inspección ambiental (caracterización de residuos)												
5. Norma Nacional o internacional												
6. Compromiso en el Estudio ambiental												
7. Programa del PMA relacionado												
N°	Parámetros	Unidad	Valor	Método		Muestreo		Norma	Valor	Valor		
	Materia orgánica			Muestreo	Análisis	Lugar	Fecha					
	Pb											
	Cd											
	Plaguicidas											
	Otros tóxicos (detallar)											

Ilustración 6 Fichas diligenciadas para el ICA

Estos registros sirven como prueba del desempeño ambiental de la empresa, se certifica ante la autoridad ambiental lo que la empresa está generando.

Actividades complementarias para el cumplimiento de los objetivos

Pruebas de tratabilidad en la planta de Minerales Industriales S.A.

En la planta de Minerales Industriales la actividad principal consiste en la realización de actividades industriales tendientes a la exploración, explotación, beneficio y comercialización de minerales no metálicos, especialmente el caolín y dentro de ella y con el fin de eliminar los vertimientos se cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Se decide realizar un ensayo de tratabilidad del agua residual no doméstica generada a la salida de la PTAR de la Planta de Neutralización de Minerales industriales S.A junto con la empresa Eduardoño, con el fin de obtener un efluente perfectamente clarificado y libre de sólidos en suspensión con el fin de cumplir con la normatividad vigente y evaluar la posibilidad de la reutilización del agua tratada en su propio proceso productivo.

Este ensayo de tratabilidad de las aguas residuales no domésticas se realiza utilizando el test de jarras para determinar los parámetros de operación fisicoquímicos requeridos para el tratamiento de dichas aguas, considerando:

- Selección de alcalinizante, coagulante y floculante óptimo
- Dosis óptimas de coagulante, alcalinizante y floculante
- pH óptimo
- Tiempos de clarificación y sedimentación
- Secuencia de aplicación de productos químicos
- Eficiencia de remoción del proceso

Inicialmente se determinó qué serie de productos químicos reporta mejor desempeño para el tratamiento, acto seguido se determinaron las dosis de químicos y secuencias óptimas de aplicación.

Se tomó la primera muestra de agua cruda de la salida de la planta de neutralización



Ilustración 7. Muestra de agua cruda, Planta de Neutralización

Con las dosis seleccionadas para este ensayo se evidencia un buen clarificado, un lodo espeso que precipita con facilidad y adicionalmente como se muestra en la ilustración 4, se evidencia la remoción del hierro presente en el agua por la coloración rojiza que se presenta en el lodo, este es el resultado deseado.

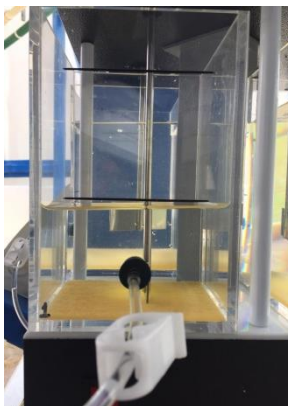


Ilustración 8. Primer ensayo



Ilustración 9. Sólidos sedimentados, remoción de hierro

Posterior al proceso de coagulación Floculación y sedimentación, se termina de pulir el tratamiento filtrando la muestra del ensayo N°1



Ilustración 10 Filtración del agua del primer ensayo



Ilustración 11 Comparación entre el agua cruda y el agua tratada del primer ensayo

Luego de esta se realiza otra prueba la cual no arroja mejores resultados, por este motivo se decide tomar como base la muestra No. 1

Parámetros	Agua Cruda	Muestra Sin Filtrar- Ensayo N°1	Muestra Filtrada- Ensayo N°1
pH	6.0	8-9	8-9
SST	31 mg/L	0 mg/L	4 mg/L
Hierro (Fe)	>3 mg/L	0,06 mg/L	0,05 mg/L

Tabla 21. Cuadro comparativo, resultados de la muestra tomada

En la tabla N°1, al comparar los datos obtenidos en campo del agua cruda y los datos de la muestra de agua proveniente del Ensayo N°1, se observa una remoción del 87% correspondiente a los sólidos suspendidos totales (SST). En cuanto al Hierro se observa una disminución significativa del valor, en ambos ensayos, alcanzando un porcentaje de remoción del 98%, si se tiene en cuenta que el valor del parámetro de agua cruda es igual a 3 mg/l.

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	NORMA	COMENTARIO
pH	Unidades de PH	8-9	6-9	Cumple
DQO	mg/L	<40	<100	Cumple
S.S. T	mg/L	< 10	<50	Cumple
Sólidos Sedimentables	ml/L/h	< 0,10	1	Cumple
Fenoles	mg/L	<0,10	0,20	Cumple

Tabla 22 Cuadro comparativo con la Resolución 0631 de 2015

De acuerdo con la actividad económica llevada a cabo en Minerales Industriales S.A, el sector industrial al que pertenece podría incluirse según el decreto 0631 de 2015 en el artículo 13, tabla 6, “fabricación de productos cerámicos”, como se muestra previamente, en la tabla N°2, una confrontación de los resultados obtenidos con el valor máximo admisible exigido por la Res. 0631 de 2015.

Bajo estos resultados se puede inferir que se hace necesaria la implementación de un sistema de filtración en la planta para obtener mayores eficiencias de remoción.

Posteriormente a estas pruebas, la empresa Eduardoño envía diseño para un sistema de tratamiento adicional a la plata ya existente, en el momento esta propuesta se encuentra en evaluación.

Consumo de agua

Con el fin de reducir tanto el consumo de agua, como la carga contaminante que llega a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales interna, se decide realizar pruebas en el laboratorio en cuanto el lavado de la vidriería utilizada en la prueba IAM (Indicador de Azul de Metileno) con el objetivo de validar la efectividad del lavado de los Erlenmeyer del laboratorio reutilizando el agua de remojo.

Se comenzó definiendo el número de lavados que se podrían realizar con el agua de remojo, luego se determinó la cantidad de agua generada en los lavados y se comparó esta cantidad de agua entre el lavado tradicional y el lavado con reúso.

Los lavados se realizaron de la siguiente manera:

Lavado tradicional:

El día 1 de marzo se realiza la medición de caudal en el lavado de vidriería en el laboratorio de propiedades físicas, con el fin de cuantificar la cantidad de agua necesaria para lavar la vidriería utilizada en las pruebas del laboratorio.

Se toman 3 Erlenmeyer para comenzar la prueba, la cual se desarrolla de la siguiente manera:

- Se remojan por 30 minutos. Empleando un volumen de agua jabonosa de 0.39 l.
- Se estregan y posteriormente se enjuagan.

En esta actividad cada recipiente requirió un volumen de 1.17 l, para un total de 3.5 l para los tres recipientes. El tiempo requerido para cada Erlenmeyer fue de 1,5 minutos.



Ilustración 12 Remojo de Erlenmeyer bajo método tradicional

Lavado con reúso de agua:

Para comenzar con la prueba se procede a realizar el lavado por medio de inmersión en solución de agua jabonosa, para esto se simula un escenario real al que se exponen los Erlenmeyer diariamente, realizándose en ellos pruebas IAM, para luego ser lavados y comprobar la efectividad de este tipo de lavado.

El procedimiento fue de la siguiente manera:

- Se separan previamente 3 Erlenmeyer, limpios y sin presencia de desgaste o manchas de azul de metileno para el proceso de lavado y otros 3 Erlenmeyer para comparar en cada ciclo.
- Se calcula el volumen de agua necesario para la prueba, dicho cálculo arrojó que serían 7 litros con 24 ml de jabón; estos se mezclan en un balde.
- Una vez terminada la prueba de IAM, se procede a evacuar la solución en el recipiente destinado para este fin, se realiza un primer enjuague con aproximadamente 50 ml de agua y se descargan en el recipiente donde se neutraliza.

- Se sumergen en el recipiente con solución jabonosa por un tiempo de 15 minutos.
- Luego se estregan durante el mismo tiempo del método tradicional.
- Se enjuagan depositando esta agua en un segundo recipiente.
- Se llevan a secado por 30 minutos.
- Se compara con los Erlenmeyer patrón.
- Se repite la prueba de IAM en los mismos recipientes.

Esta prueba se realizó en 5 repeticiones.

Evidencia fotográfica del proceso de lavado

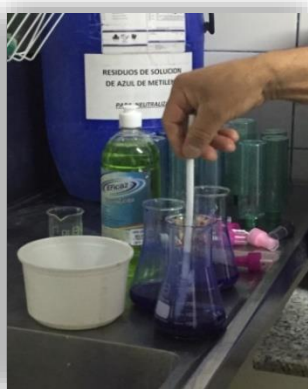




Ilustración 13 Lavado con reúso de agua



Ilustración 14 Estado del agua al final de la prueba Izq. Agua jabonosa, Der. Agua de enjuague

Se obtuvo como resultados

Primer Ensayo (método tradicional)				
Ciclo	No. Erlenmeyer	Agua Jabonosa (L)	Agua de enjuague (L)	Total de agua utilizada (L)
1	15		17,55	17,55
2	15		17,55	17,55
3	15		17,55	17,55
4	15		17,55	17,55
5	15		17,55	17,55
Total				87,75

Ensayo con reúso de agua				
Ciclo	No. Erlenmeyer	Agua Jabonosa (L)	Agua de enjuague (L)	Total de agua utilizada (L)
1	15	7	6	13
2	15	7	6	7
3	15	7	6	7
4	15	7	6	7
5	15	7	6	7
Total				41

Tabla 23. Ensayo con método tradicional y ensayo con reúso de agua

Nota: Terminado el primer ciclo, el agua de enjuague se puede utilizar como agua jabonosa adicionando un litro de agua para completar los siete litros y así sucesivamente.

Ensayo con reúso de agua proyectado				
Ciclo	No. Erlenmeyer	Agua Jabonosa (L)	Agua de enjuague (L)	Total, de agua utilizada (L)
1	15	35	6	41
	15	0	6	6
	15	0	6	6
	15	0	6	6
	15	0	6	6
Total				65

Tabla 24. Ensayo con reúso de agua proyectado

Nota: entiéndase por ciclo el lavado de 75 Erlenmeyer.

- ✓ El volumen vertido solo sería de 35 litros que corresponden al agua de remojo.
- ✓ Para el segundo ciclo solo se necesitaría 5 litros de agua para la preparación de la solución ya que adicional a esta se tomaría los 30 litros de agua de enjuague utilizada en el ciclo anterior.
- ✓ Para el segundo ciclo se verterían 35 litros que ya fueron contabilizados en el primer ciclo.

Como conclusiones hacia esta prueba se tiene lo siguiente

- Durante el ensayo se pudo observar que el agua que se utilizó para enjuagar la vidriería se puede utilizar para posteriormente para ser usada como agua jabonosa donde se remojan los Erlenmeyer ahorrándonos aproximadamente 6 litros de agua.
- La cantidad de jabón utilizado para la primera prueba es suficiente para varios ciclos de lavado, pues no pierde fácilmente sus propiedades con la suciedad ni con el tiempo.
- El agua jabonosa con trazas de azul de metileno no afecta la limpieza de los Erlenmeyer siempre y cuando estos se enjuaguen con agua limpia, para efectos de contabilizar se propone utilizar esta agua aproximadamente para 75 Erlenmeyer, en lavados de 15 Erlenmeyer con 5 ciclos.
- El tiempo de secado en la estufa se puede reducir si previamente se dejan secando en una toalla de papel, esto ahorra tiempo y energía.
- La cantidad de agua vertida disminuye significativamente mediante el nuevo método de lavado.
- Con el método proyectado estamos pasando de verter 87,75 Litros de agua por 75 Erlenmeyer a 35 litros de agua por la misma cantidad de Erlenmeyer lavados.

Gestión de los residuos

Para mejorar la gestión de los residuos se realizó la comparación entre tres gestores de residuos reciclables, para analizar sus precios de compra y capacidad

para disponer de la totalidad de residuos reciclable. Estas propuestas se encuentran en análisis.

Por otra parte el grupo RETORNA es una asociación de empresas gestoras de residuos posconsumo que ayudan a otras empresas a disponer de mejor manera sus residuos; este programa consta de una serie de retos semanales en los cuales se comparte información en forma de imágenes y videos, acerca de los residuos posconsumo y se incentiva a los colaboradores a que lleven sus residuos a la División de Insumos Industriales y Energía, en lugar de ser desechados como residuos ordinarios o entregados recicladores informales. Se inscribió a La División de Insumos Industriales y Energía en una campaña con el grupo RETORNA promoviendo el uso de un contenedor para tres de los residuos posconsumo que la empresa recoge como son: los residuos electrónicos, las pilas y las baterías y los empaques de plaguicidas. Al completar dicha recolección un determinado peso, RETORNA realiza la debida recolección y tratamiento de los mismos entregando sus respectivos certificados de disposición ambiental.

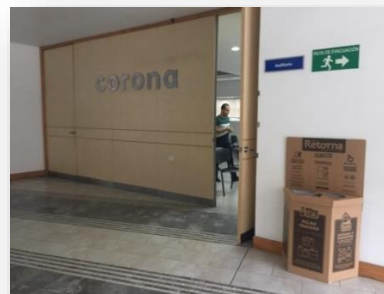


Imagen 1 izq. colaboradores de recuperar ayudando a armar el contenedor.

Der. Ubicación del contenedor

Resultados

La actualización anual de los tableros del pilar ambiental es sumamente importante para el apoyo al TPM y para que los operarios tengan una panorámica más amplia en cuanto a las novedades en los procesos y lo que deben tener en cuenta a la hora de una auditoría ya sea interna o externa, estas matrices se deben actualizar y socializar con los implicados. A continuación se describe que deben saber y conocer los operarios para tener la capacidad de responder ante una auditoría y como conocimiento general del TPM en el pilar ambiental.

En la Tabla 27. Se evidencia la matriz de aspectos e impactos que se compone por fecha de actualización, planta o mina, PGP (Pequeño Grupo Primario), proceso, subproceso o actividad, aspecto ambiental, Impacto ambiental, medio afectado, estado de operación (anormal o normal), tipo de impacto, criterio (Frecuencia, alcance, sensibilidad pública, legislación, control operacional), total (suma ponderada de los criterios con sus respectivos valores), priorización, probabilidad, valoración del riesgo y descripción del escenario de riesgo.

Teniendo así la matriz y su priorización de color, al operario se le simplifica su identificación en el momento en que deba leer que aspectos son de prioridad Alta, Media o Baja.

CRITERIO		
Frecuencia (10%)	Diaria	5
	Semanal	3
	Mensual	2
	Anual	1

Alcance (10%)	Fuera del predio	5
	fuera de la mina pero dentro del predio	3
	dentro de la planta o mina	1
Sensibilidad pública (Se limita a la obtención de quejas por parte de la comunidad) (20%)	Hay quejas justificadas	5
	No hay quejas o las hay injustificadas	1
Legislación (30%)	Existe y no se cumple o no se sabe si se cumple	5
	Existe y se cumple	3
	No existe	1
Control operacional (30%)	No se tiene	5
	Se tiene y falla	3
	Se tiene y funciona	1
PRIORIZACIÓN		
Rango	>0 Bajo ≤ 2	
	>2,1 Medio ≤ 2,5	
	>2,5 Alta	
PROBABILIDAD		
Probabilidad de que el control operacional falle y se incumpla la legislación, hayan quejas por parte de la comunidad	Probable	4
	Ocasional	3
	Remoto	2
	Improbable	1
VALORACIÓN DEL RIESGO		

Multiplicación del total del criterio por la probabilidad	Se deben implementar medidas inmediatas para reducir el riesgo (tener en cuenta en la gestión del riesgo corporativo)	10
	se maneja por control operacional	<10
DESCRIPCIÓN ESCENARIO DE RIESGO		
Describir el escenario de riesgo para valoración mayor o igual a 10		

Tabla 25 Descripción Matriz Aspectos e Impactos Ambientales

corona				Aspectos e impactos ambientales																
Fecha de actualización	Planta	POP	PROCESO	SUBPROCESO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIO AFECTADO	ESTADO DE OPERACIÓN		Tipo de Impacto	CRITERIO					Total	Priorización	PROBABILIDAD	VALORACIÓN DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN ESCENARIO DE RIESGO
								Anormal	Normal		Frecuencia	Alcance	20%	30%	30%					
19/04/2019	Nombre	Pequeño Grupo Primario	Proceso 1	Subproceso #1	Generación de material particulado	Contaminación del aire	Aire		X	N	5	5	1	3	1	2,4	MEDIO	1	2,4	
					Generación de emisiones a la atmósfera	Contaminación del aire	Aire		X	N	5	5	1	3	1	2,4	MEDIO	1	2,4	
					Generación de residuos (reciclables, ordinarios, especiales y peligrosos)	Contaminación del suelo	Suelo		X	N	3	5	1	3	1	2,2	MEDIO	3	6,6	
				Subproceso #2	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales	Otro		X	N	5	5	1	1	1	1,8	BAJO	1	1,8	
					Consumo de agua	Agotamiento de los recursos naturales	Agua		X	N	5	5	1	1	1	1,8	BAJO	3	5,4	
					Generación de aguas residuales domésticas y no domésticas	Contaminación del agua	Suelo		X	N	5	5	1	3	1	2,4	MEDIO	1	2,4	
					Generación de material particulado	Contaminación del aire	Aire		X	N	5	5	1	3	1	2,4	MEDIO	2	4,8	
				Subproceso #3	Cambio en el paisaje	Impacto visual sobre el paisaje	Paisaje		X	N	1	1	1	2	1	1,3	BAJO	1	1,3	

Tabla 26. Matriz de Aspectos e Impactos

La matriz para los controles operacionales se componen por tres partes, la primera donde se describe el control e incluye: el subproceso en el cual se desarrolla el aspecto ambiental identificado anteriormente en la matriz de Aspectos e Impactos, el aspecto ambiental significativo o el elemento de las actividades, productos o servicios de la compañía que puede interactuar con el

medio ambiente, la variable de control o parámetro clave a controlar, el método de control donde se describe la actividad necesaria para controlar el aspecto ambiental, los materiales y equipos y el responsable de este control. La segunda parte es el seguimiento, aquí se especifica el método de seguimiento donde se describen las actividades necesarias para realizar el seguimiento al aspecto ambiental relacionado, la frecuencia de seguimiento, el responsable y donde se lleva el registro del mismo, y la tercera parte es su medición, en esta sección se tiene en cuenta la variable o parámetro para medir el desempeño ambiental y de salud ocupacional y se determina según legislación aplicable, el punto de medición o lugar físico donde se efectúa el control de la variable, la frecuencia, el método para la medición, el equipo, responsable y donde se lleva su registro.

CONTROL OPERACIONAL					
SUBPROCESO	ASPECTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO	VARIABLE DE CONTROL	MÉTODO DE CONTROL	MATERIALES Y EQUIPOS	RESPONSABLE
Chimeas de hornos continuos y rotatorios	Generación de Emisiones a la atmosfera (NOx, SOx, H2SO4)	Relación de Gas Natural y Oxígeno	Verificación de la temperatura según referencia para determinar la cantidad de combustible	Control visual en el display, chimenea y el pirómetro	Operario de controles

SEGUIMIENTO			
METODO DE SEGUIMIENTO	FRECUENCIA	RESPONSABLE	REGISTRO
Visual	De acuerdo a lo definido en el CBO	Operario de controles	Seguimiento a Los Equipos de Control de Emisiones

MEDICIÓN						
VARIABLE A MEDIR	PUNTO DE MEDICIÓN	FRECUENCIA	MÉTODO	EQUIPO DE MEDICIÓN	RESPONSABLE	REGISTRO
"Medición de NOx. Altura de chimenea (Res 760)"	Chimenea	"De acuerdo al UCA"	Los definidos en la Res. 760 de 2010 y en aquellas que la modifiquen o sustituyan	Los establecidos por la Res. 760 de 2010 a toda aquella que la modifique o sustituya	"Gestión Ambiental Proveedor externo y tecnico del proceso y jefes del proceso"	"Informe del proveedor y RESM09-008 Resultados mediciones Aire"

Tabla 27. Ejemplo de una matriz de control operacional diligenciada para un aspecto

La matriz de identificación y calificación de amenazas se actualiza anual o circunstancialmente, y su calificación depende de la recurrencia en la que se haya materializado la amenaza. La matriz se compone de la fecha de elaboración; fecha

de su revisión, situación potencial, sea que se presente como accidente y/o emergencia; la amenaza la cual se encuentra ligada a la zona y los procesos que se dan en el lugar; el factor de riesgo que son los daños o fallas que se pueden dar si la amenaza se materializa; el impacto ambiental que se puede presentar sobre los recursos; el impacto a la salud de las personas; los controles que se deben tener para la amenaza; su calificación alta, media o baja y el alcance, sea zonal o local.

corona IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE AMENAZAS										Versión: 1 Vigencia: 30/05/2012
FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE REVISIÓN	SITUACIÓN POTENCIAL	AMENAZA	FACTOR DE RIESGO	IMPACTO AMBIENTAL	IMPACTO A LA SALUD DE LAS PERSONAS	CONTROLES	CALIFICACIÓN	ALCANCE	ELABORADO POR
29/09/2014	9/04/2019	Accidente-Emergencia	Sismo	Daños en la infraestructura Incendios Derrames de esmaltes Daños en equipos	Contaminación agua Contaminación aire Contaminación suelo	Lesiones, fracturas, muerte	Brigada de emergencias Rutas de evacuación Puntos de encuentro	MEDIO	Zonal	
29/09/2014	9/04/2019	Accidente-Emergencia	Granizadas	Daño en infraestructura Daño en materia prima Daño en equipos	Contaminación agua Contaminación suelo	Lesiones, fracturas, muerte	Revisiones periódicas Cambio en sistemas de amarre	BAJO	Local	

Ilustración 15. Ejemplo de una matriz de identificación y calificación de amenazas

Al llevar regularmente el registro de los residuos se tiene una mirada más amplia al momento de necesitar la información y comparar mes a mes y en cuanto a años anteriores la generación de los mismos.

Para este primer semestre del año se tenían programadas 69 mediciones en el plan de mediciones, incluyendo emisiones, calidad del aire, emisión de ruido y agua en las diferentes plantas y minas de la compañía, de este total se lograron ejecutar 57 de estas, correspondiente al 82,6% del total. Las otras 12 mediciones, debieron ser reprogramadas o no se ejecutaron debido a problemas en los lugares de medición entre otros inconvenientes y por las cuales se envió la debida justificación a la autoridad ambiental junto con su reprogramación.

En cuanto a las pruebas que se realizaron en la planta de aguas de Minerales industriales, Todavía se encuentra en evaluación la posibilidad de implementar el sistema propuesto por la empresa Eduardoño, y se están buscando otras alternativas debido a los altos costos que conlleva la construcción de esta estructura.

Tras la socialización de las pruebas que se realizaron en el laboratorio de propiedades físicas de Sumicol, se evaluó la posibilidad de adecuar el espacio para facilitar el sistema de lavado de vidriería y reducir el consumo de agua y la carga contaminante que llega a la planta de tratamiento de aguas interna. En el momento se encuentran cotizando precios con proveedores y demás.

Hasta el momento se ha recogido una cantidad aproximada de 10 Kg en equipos de cómputo y periféricos y 5 Kg de baterías las cuales fueron dispuestas por los colaboradores de la división de insumos industriales y energía. Semanalmente se siguen realizando la divulgación y envío de retos a los colaboradores de la división de insumos industriales y energía

Análisis de resultados

Al actualizar los documentos de los tableros del pilar ambiental se observa que este proceso se debe realizar de manera integral con los operarios, siendo esto los conocedores de sus procesos y así garantizar su completa ejecución acto seguido se debe realizar la socialización para que todos tengan el conocimiento al respecto.

Es de gran utilidad al momento de llevar los registros e informes para las autoridades ambientales tales como el RUA, RESPEL, GRI, ICA los cuales se diligenciaron oportuna y satisfactoriamente gracias al orden y registro de los datos necesarios.

Observando el porcentaje de mediciones realizadas vs las no realizadas o reprogramadas se debe llevar un estándar para la programación y aviso en las plantas y minas para que los operarios tengan en cuenta algunos parámetros que pueden afectar la toma de muestras y obligar a que esta se re programe.

Conclusiones

Por medio de las mediciones que se llevaron a cabo en las plantas y minas de la organización se logró dar cumplimiento con la normativa ambiental vigente, en cuanto a vertimientos, calidad del aire, emisión de ruido y fuentes fijas de emisiones, en cuanto a las que no fue posible su medición se realizó su debida justificación. Los informes junto con las cartas a la autoridad se subieron al sistema legal interno para darle seguimiento a las mismas.

Se encontraron nuevas alternativas para la disposición de los residuos pos-consumo por medio del grupo RETORNA, sin embargo es necesario seguir en la búsqueda de gestores para otros residuos que se generan en la división de insumos industriales y energía

Habiendo completado, actualizado y socializado toda la documentación necesaria para el tablero del pilar ambiental, los líderes y encargados del pilar lograron concluir con éxito y sin “no conformidades” el ciclo de las auditorías realizadas por parte del ICONTEC, y mediante la cual se re-certifica a Sumicol S.A.S en la Norma Técnica Colombiana ISO 14001 versión 2015.

Recomendaciones

Se debe seguir trabajando con los líderes de los pilares, el tema ambiental no se debe dejar a un lado, pues cada vez va tomando mayor fuerza e importancia en la sociedad y el entorno, con lo que surgen adiciones a los documentos y se debe mantener una retroalimentación constante en el tiempo, ya que esto hace parte fundamental de la metodología TPM y de la apropiación que tienen los encargados hacia el tema.

Se debe trabajar de igual forma tanto en plantas como en la zona administrativa en cuanto a la concientización ambiental, pues todavía se puede notar una falta de conocimiento en cuanto a la separación de los residuos, el ahorro hídrico y el ahorro energético.

La sensibilización ante el tema de los residuos es algo complejo cuando se debe cambiar el pensamiento de las personas para que estas separen de una forma eficiente los residuos desde la fuente, se debe llegar de una manera que impacte su pensamiento y se transmita de forma que se vuelva tangible con ejemplos cotidianos y de ser necesario con ejemplos económicos, de esta manera las personas se apropian del tema y si esto se practica en el trabajo poco a poco se impacta de manera similar los hogares.

Referencias

- Ángel Mejía, J. A., López Rendón, J. E., & Delgado Galeano, C. H. (2013). *Liderazgo a través de innovación-Organización Corona*. Revista de Ingeniería, (38).
- Aránguez, E., Ordóñez, J. M., Serrano, J., Aragonés, N., Fernández-Patier, R., Gandarillas, A., & Galán, I. (1999). *Contaminantes atmosféricos y su vigilancia*. Revista española de salud pública, 73, 123-132.
- Arellano, E. (2012). Metodología de las 5S. Unión social de empresarios de México. USEM. México.
- Eduardoño (2019). Informe de tratabilidad. La unión-Antioquia.
- Gancedo, A. E. (2007). Implantación de la Filosofía TPM en una Planta de Producción y Envasado. Proyecto de fin de carrera. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
- García Alcaraz, J. L., Romero González, J., & Noriega Morales, S. A. (2012). El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos. Contaduría y administración, 57(4), 173-196.
- Lefcovich, M. (2009). TPM mantenimiento productivo total: un paso más hacia la excelencia empresarial. El Cid Editor.
- López Arias, E. A. (2009). El Mantenimiento Productivo Total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación (Bachelor's thesis, Facultad de Ingeniería).
- Sánchez, M. F. (2007). Cómo implantar un sistema de gestión ambiental según la norma ISO 14001: 2004. FC Editorial.

Villacreses, K. F. B., & Castro, D. S. H. (2005). *Implementación de una metodología con la técnica 5S para mejorar el área de matricería de una empresa extrusora de aluminio*. Revista Tecnológica-ESPOL, 18(1).