16.

FECHA	jueves, 23 de enero de 2019

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
BIBLIOTECA
Ciudad

UNIDAD REGIONAL	Seccional Girardot
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	**Ingeniería Ambiental**

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Pulido Mape	Susan Liceth	1110571564

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Alarcon Murillo	Carlos Jonathan
Salinas Lucero	Javier Alexander

TÍTULO DEL DOCUMENTO

Scanned by CamScanner

IMPLEMENTACIÓN, MEJORA Y SEGUIMIENTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA COLOMBIANA DE MINERALES S.A.S.

SUBTÍTULO
(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía

Ingeniero ambiental

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÀGINAS
14/11/2019	51

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS
(Usar 6 descriptores o palabras claves)

ESPAÑOL	INGLÉS
1. Contaminación	Pollution
2. Material particulado	Particulate matter
3. Carbonato de calcio	Calcium carbonate
4. Monitoreo	Monitoring
5. Seguimiento	Tracing
6. Emisiones	Emissions

Scanned by CamScanner

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS
(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

El propósito general de este trabajo es colaborar en la implementación, mejora y seguimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) en la Industria Colombiana De Minerales S.A.S. como una acción encaminada a la prevención y mitigación de impactos ambientales relacionados con las actividades productivas. En este caso, en la modificación de la piedra caliza por medio de la molienda para la obtención de Carbonato de Calcio, direccionada al cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos de acuerdo con la normativa ambiental vigente donde se pretende disminuir los niveles de contaminación ambiental, principalmente material particulado, ruido y mejorar el ambiente laboral de la población.

The general purpose of this work is to collaborate in the implementation, improvement and monitoring of the Environmental Management Plan (WFP) in Industria Colombiana De Minerales S.A.S. as an action aimed at the prevention and mitigation of environmental impacts related to productive activities. In this case, in the modification of the limestone by means of the grinding to obtain Calcium Carbonate, directed to the fulfillment of the environmental commitments acquired in accordance with the current environmental regulations where it is intended to reduce the levels of environmental pollution, mainly particulate matter, noise and improve the work environment of the population.

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:
Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	

Scanned by CamScanner

3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, *"Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores"*, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca

Scanned by CamScanner

está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI** ___ **NO** _x_.
En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la

Scanned by CamScanner

responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.

j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.

Nota:
Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. IMPLEMENTACIÓN, MEJORA Y SEGUIMIENTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA	Texto, Imágenes

Scanned by CamScanner

INDUSTRIA COLOMBIANA DE MINERALES S.A.S.	
2.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
Susan Liceth Pulido Mape	Susan Pulido

21.1-51.20.

Scanned by CamScanner

IMPLEMENTACIÓN, MEJORA Y SEGUIMIENTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA COLOMBIANA DE MINERALES S.A.S.

SUSAN LICETH PULIDO MAPE

Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Ambiental

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUAREAS

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

GIRARDOT

2019

IMPLEMENTACIÓN, MEJORA Y SEGUIMIENTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA COLOMBIANA DE MINERALES S.A.S.

SUSAN LICETH PULIDO MAPE

Asesor: Javier Alexander Salinas

Ingeniero mecánico

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUAREAS

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

GIRARDOT

2019

Agradecimientos

Quiero agradecer a la empresa Industria Colombiana Minerales SAS por darme la oportunidad de ser parte del proyecto, a mi tutor Javier Salinas y al jefe de plan Johnny Mosquera por su excelente guía y ayuda constante en todas las etapas del proyecto. También agradezco al docente Carlos Jonathan Alarcón por sus instrucciones y orientaciones, a mi familia por todo el apoyo durante el proyecto y por último a todos los docentes de la universidad de Cundinamarca seccional Girardot que de alguna forma aportaron a mi formación como profesional.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción 9

Planteamiento del problema 11

Justificación 12

Objetivos 14

Objetivo general 14

Objetivos específicos. 14

Marco legal 15

Diseño metodológico 16

Recursos 20

Metodología 22

Metodologías desarrolladas en los monitoreos 23

Resultados y discusión 24

Inspecciones 28

Sensibilizaciones 33

Seguimiento y monitoreo 35

Estudio de Partículas suspendidas totales (PST) 37

PUNTO 1 37

PUNTO 2 38

PUNTO 3 39

Estudio de ruido 40

Conclusiones 43

Recomendaciones 44

Bibliografía 45

Anexos 48

Lista de tablas

Tabla 1:Normograma 15

Tabla 2:San Luis. Localización geográfica, temperatura y distancia a la Capital 19

Tabla 3: San Luis, Limites. 19

Tabla 4: Inspección de alternativa ventilador. 28

Tabla 5: Inspección alternativa contenedores de residuos. 30

Tabla 6: Inspección, alternativas barreras acústicas 31

Tabla 7: Inspección, alternativa, buena recolección de residuos sólidos. 32

Tabla 8: Sensibilizaciones 33

Tabla 9: Seguimiento y monitoreo' 35

Tabla 10: Resultados punto 1, estudio 2018 37

Tabla 11: Resultados punto 1, estudio 2019 37

Tabla 12:Resultados punto 2, estudio 2018 38

Tabla 13:Resultados punto 2, estudio 2019 38

Tabla 13: Resultado punto 3, estudio 2019 39

Tabla 14: Resultados estudio de ruido, 2018 41

Tabla 15:Resultados estudio de ruido 2019 41

Lista de figuras

Figura 1: Diagrama de proceso 17

Figura 2: San Luis, Mapa veredal 18

Figura 3: Ficha de plan de manejo ambiental, contaminación por material particulado 24

Figura 4: Ficha de manejo ambiental, contaminación por ruido 27

Lista de anexos

Anexo 1: Inspecciones contaminación por residuos sólidos 48

Anexo 2:Inspecciones Ventilador..... 49

Anexo 3: Construcción e instalación de barreras acústicas 49

Anexo 4: Semana de estudio de PST y emisiones de ruido 50

Anexo 5: Semana construcción de zaranda nueva..... 51

Introducción

En el proceso de extracción, explotación y procesamiento de piedra caliza se generan diversos impactos que degradan la calidad del medio ambiental, según la Evaluación de impacto ambiental de la trituradora San José en el municipio de Toluviejo, los problemas ambientales generales por dicha actividad son: en el recurso aire, altos niveles de ruido, liberación por material particulado por transformación y transporte del material, vibraciones por trabajos de voladura y compresor de aire, gases generados por explosiones, vehículos y maquinaria. (Romero Dominguez & Sevilla Huertas, 2017)

Adicionalmente, en el recurso agua se genera una alteración de los flujos de las zonas de recarga y descarga de aguas lluvias y también cambios en las propiedades físicas y químicas del agua, cabe resaltar que en el molino de carbonato de calcio en el que se habla en dicho trabajo el recurso agua no se ve afectado por los impactos generados, por otro parte uno de los recursos altamente afectado por la actividad de explotación minera es la fauna, se produce destrucción de hábitat de aves, reptiles y mamíferos, en cuento a la Flora hay eliminación de la cubierta vegetal y tala de árboles y arbustos. (Romero Dominguez & Sevilla Huertas, 2017)

En consecuencia, existe un procedimiento técnico administrativo llamado estudio de impacto ambiental utilizado para identificar y evaluar impactos que sean generados por un proyecto; dentro de dicho estudio pueden encontrarse los planes de manejo ambiental encaminados a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos que una empresa o proyecto genera, en este caso, los impactos generados por la actividad de extracción, explotación y procesamiento de la piedra caliza. (Romero Dominguez & Sevilla Huertas, 2017)

Actualmente los problemas ambientales son diversos, destacan la producción de residuos, la contaminación del agua, suelo, el excesivo uso de energía eléctrica y la contaminación atmosférica donde se presentan problemas relacionados con la calidad del aire y el ruido. Todos estos problemas afectan de forma directa e indirecta las condiciones de vida, con repercusiones importantes y de efectos mundiales. Ante esta problemática los planes de manejo ambiental (PMA) se presentan en la industria como eje central para abordar estrategias encaminadas a concienciar a la población y estimular la participación de los diferentes entes empresariales y sociales en la implementación de soluciones viables y acordes a cada realidad específica.

Un sector importante para la implementación de un PMA es el industrial ya que debe adoptar sistemas de manejo ambiental y darle seguimiento para que tenga éxito en las medidas de corrección y prevención, además se espera que, en el proceso de formulación y ejecución de las respectivas estrategias, se involucren a los trabajadores y personal administrativo como parte del proceso de capacitación de educación ambiental.

El propósito general de la pasantía es colaborar en la implementación, mejora y seguimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) en la Industria Colombiana De Minerales S.A.S. como una acción encaminada a la prevención y mitigación de impactos ambientales relacionados con las actividades productivas. En este caso, en la modificación de la piedra caliza por medio de la molienda para la obtención de Carbonato de Calcio, direccionada al cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos de acuerdo con la normativa ambiental vigente donde se pretende disminuir los niveles de contaminación ambiental, principalmente material particulado, ruido y mejorar el ambiente laboral de la población.

Planteamiento del problema

La empresa Industria Colombiana Minerales SAS presenta impactos ambientales provenientes de sus actividades de producción cotidianas, como lo es la contaminación atmosférica (contaminación por ruido y contaminación por material particulado) que para las mediciones realizadas en 2018 arrojaron en el primer punto 36,2 $\mu g/m^3$ en el punto 2 34,4 $\mu g/m^3$ y en el tercer punto 35, 7 para PM_{10} y 59,058 dB, debido a este impacto se presentan distintas afectaciones, tanto para el medio ambiente como a la salud, impactando la fauna que habita en el lugar produciendo desplazamiento y perturbaciones debido al ruido constante de las trituradoras del molino, también puede llegar a generar daños a largo plazo en la capacidad auditiva de los trabajadores que manipulan el molino. A pesar que, el carbonato de calcio no es una sustancia peligrosa de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), puede causar irritación en el tracto respiratorio, irritación en los ojos y piel. Según la ficha de datos de seguridad del Carbonato de Calcio el riesgo a la salud es cero, al igual que la inflamabilidad y peligros físicos, adicionalmente en la sección 11 sobre información toxicológica los límites permisibles son:

- Toxicidad aguda: DL50 oral (rata, OECD420): > 2000 mg/kg

  DL50 der (rata, OECD 402): > 2000 mg/kg

  CL50 inh. (rata, 4hs., OECD 403): > 3 mg/l
- Irritación o corrosión cutáneas: Irritación dérmica (conejo, OECD 404): irritante
- Lesiones o irritación ocular graves: Irritación ocular (conejo, OECD 405): corrosivo.
- Sensibilización respiratoria o cutánea: Sensibilidad cutánea (cobayo, OECD 406): no sensibilizante.

Sensibilidad respiratoria (cobayo, OECD 403): no sensibilizante. (GTM, 2016). Con base en los datos anterizores se puede concluir que el Carbonato de Calcio no reperesenta peligro para la salud humana.

Según el decreto 2041 de 2014 la actividad de producción de dicha empresa no necesita el permiso de licencia ambiental, aun así, cuenta con un plan de manejo ambiental con el fin mitigar los impactos ambientales generados, como lo son la contaminación por material particulado y contaminación por ruido proveniente de la molienda presentando actividades o alternativas encaminadas a disminuir la contaminación y tener un plan de seguimiento y monitoreo, donde dicho seguimiento y monitoreo se hará realizando un estudio de partículas suspendidas totales donde se conocerá la cantidad de material particulado emitido por la actividad de molienda y un estudio de ruido donde se sabrá exactamente los niveles sonoros que se emiten en el molino y así proceder con la alternativa de mitigación y control.

Justificación

La Organización Mundial de la Salud considera la contaminación atmosférica como una de las más importantes prioridades mundiales en salud (World Health Organization, 2010), en un reciente informe se ha estimado que la contaminación ambiental debida a partículas es responsable de 1,4% de todas las muertes en el mundo motivo que deja al descubierto que importantes sectores de la población se encuentran expuestos a contaminantes atmosféricos con posibles repercusiones negativas sobre su salud.

En relación a dicha problemática la normatividad colombiana desde la constitución el Decreto Ley 2811 de 1974 sobre el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente son la base que tienen la ciudadanía para ejercer control y seguimiento a los procesos y actividades empresariales de forma local y nacional, en especial a las emisiones generadas al ambiente que de acuerdo con la Resolución 610 de 2010 establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión para todo el territorio nacional en condiciones de referencia, además es importante recalcar la Resolución 2154 de 2010 sobre el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire y la Resolución 1582 de 2017 relacionada con los permiso de emisiones atmosféricas.

Para el desarrollo sostenible de forma empresarial es indispensable cumplir con la normatividad vigente por lo anterior, con el desarrollo de la pasantía se pretende colaborar en la implementación, mejora y seguimiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA) en la Industria Colombiana De Minerales S.A.S. como una estrategia direccionada al cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos.

La mejora y el seguimiento del Plan de Manejo Ambiental para dicha empresa se realizara por medio de alternativas de mitigación para minimizar la contaminación por material particulado, esto se hará con ayuda de la instalación de un ventilador que absorbe el material particulado emitido, para verificar su buen funcionamiento se realizara un estudio de partículas suspendidas totales (PST) con el fin de demostrar la eficacia del ventilador instalado, posteriormente se hará un análisis y una comparación con un estudio anteriormente realizado donde no se contaba con el ventilador, por otro lado, para la contaminación por ruido, se realizó una instalación de barreras acústicas con el fin de controlar y disminuir los niveles sonoros emitidas por el molino y la trituradora.

La empresa Industria Colombiana de Minerales SAS cuenta con un plan de manejo ambiental sin normatividad aplicable. Por esta razón, en la fase de mejora del PMA se hará una identificación de requisitos aplicables, mediante la revisión de la normatividad nacional, que será condensada en un normograma.

Objetivos

Objetivo general

Gestionar el Plan de Manejo Ambiental de la Industria Colombiana Minerales SAS, ejerciendo control de los impactos ambientales significativos, mediante la actualización, monitoreo y seguimiento.

Objetivos específicos.

- Actualizar el plan de manejo ambiental de la empresa revisando e incluyendo la normativa aplicable
- Ejecutar los programas del plan de manejo ambiental para el control de los impactos ambientales.
- Realizar seguimiento y monitoreo a los programas del plan de manejo ambiental mediante estudios de partículas suspendidas totales y emisiones de ruido.

Marco legal

Tabla 1:Normograma

NORMOGRAMA

Ley 23 de 1973	Principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo y otorgó facultades al presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales.
Decreto Ley 2811 de 1974	Código de recursos naturales y del medio ambiente. Art. 33, 192, 193 Control de ruido en obras de infraestructura.
Ley 09 de 1979	Código sanitario nacional
Ley 99 de 1993	Creación del SINA y se dictan disposiciones en materia ambiental. Art.5 Funciones de Minambiente para establecer normas de prevención y control del deterioro ambiental; Art. 31 Funciones de las CAR,s relacionadas con calidad y normatividad ambiental
Ley 491 de 1999	Define el seguro ecológico y delitos contra los recursos naturales y el ambiente y se modifica el Código Penal
Decreto 02 de 1982	Reglamenta título I de la Ley 09-79 y el decreto 2811-74. Disposiciones sanitarias sobre emisiones atmosféricas. Art. 7 a 9 Definiciones y normas generales. Art.73 Obligación del Estado de mantener la calidad atmosférica para no causar molestias o daños que interfieran el desarrollo normal de especies y afecten los recursos naturales. Art. 74 Prohibiciones y restricciones a la descarga de material particulado, gases y vapores a la atmósfera. Art. 75 Prevención de la contaminación atmosférica.
Decreto 948 de 1995	Normas para la protección y control de la calidad del aire
Decreto 2150 de 1995	Reglamenta la licencia ambiental y otros permisos. Define los casos en que se debe presentar Diagnóstico Ambiental de Alternativas, Plan de Manejo Ambiental

	y Estudio de Impacto Ambiental. Suprime la licencia ambiental ordinaria
Decreto 330 de 2007	Art 15: Planes de manejo ambiental
Decreto 2041 de 2014	Art 39: Control y seguimiento| De la modificación, cesión, integración, pérdida de vigencia o la cesación del trámite del plan de manejo ambienta
Resolución 1351 de 1995	Se adopta la declaración denominada Informe de Estado de Emisiones-IE1
Resolución 005 de 1996	Reglamenta niveles permisibles de emisión de contaminantes por fuentes móviles
Resolución de 864 de 1996	Identifica equipos de control ambiental que dan derecho al beneficio tributario según art. 170, ley 223 de 1995
Resolución 627 de 2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental
Resolución 610 de 2010	se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
Resolución 2154 de 2010	Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire
Resolución 1582 de 2017	Permiso de emisiones atmosféricas

Diseño metodológico

Esta empresa se dedica a la modificación física de la piedra caliza mediante la molienda para obtener carbonato de calcio de diferentes tamaños, según las necesidades del cliente. El proceso es el siguiente: se divide en 4 etapas.

- **Ingreso de piedra:**

La empresa Industria Colombiana Minerales SAS compra la piedra con un 94% de pureza en carbonato de calcio, día a día aproximadamente 60 toneladas de piedra es transportada en volqueta desde la mina de extracción hasta el molino y posteriormente a su llegada es descargada en la bodega de almacenamiento.

- **Trituración:**

Estando la piedra en la bodega, se golpea con un martillo para partirla y disminuir su tamaño, después se ingresa a la trituradora para reducir aún más su tamaño, por gravedad baja al molino, la piedra pasa a los martillos, estos golpean la materia prima y hace pasar a través de las cribas, después baja de nuevo por gravedad hacia el elevador de cangilones el cual sirve para transportar verticalmente el material a granel, el cual sube el material hasta la zaranda.

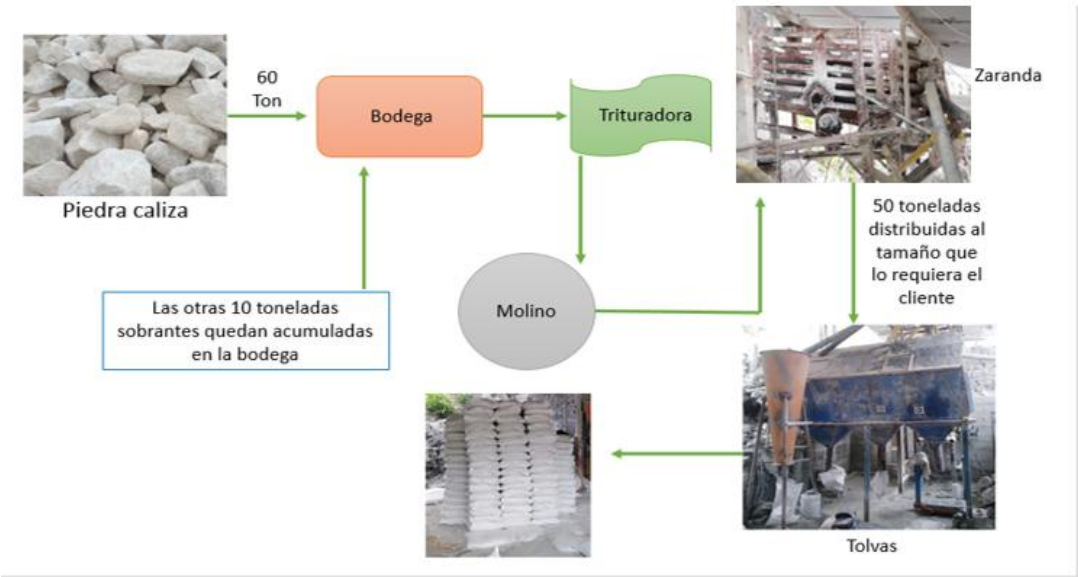
- **Selección:**

El material sube a la zaranda, equipo que se utiliza para la clasificación de productos sólidos por granulometría, obteniendo malla 4, 6, 12 y 20, dicho material pasa a las tolvas, dispositivo similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados.

- **Empaquetamiento:**

Estando el material de diferentes Tamaños en las tolvas, se procede a empacar el carbonato de calcio en bultos de 50 kg, vaciando las tolvas con una manija que permite el paso del material y siendo pesadas para mayor precisión en cuanto al peso, una vez lleno el bulto se cierra con ayuda de una cosedora industrial A620 y se organizan en pilas listo para su venta.

Figura 1: Diagrama de proceso



Fuente: Propia

Localización: Colombia, Tolima, San Luis, Payande km7 vía la paloma

A continuación, se muestra el mapa base veredal del municipio de San Luis, en el cual se puede visualizar la posición del municipio con sus respectivos límites veredales. (GOBERNACIÓN DEL TOLIMA, 2019)

Figura 2: San Luis, Mapa veredal.

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC

El Municipio de San Luis, se encuentra situado al Centro del Departamento del Tolima; sus coordenadas y demás aspectos se detallan en la siguiente tabla (GOBERNACIÓN DEL TOLIMA, 2019).

Tabla 2:San Luis. Localización geográfica, temperatura y distancia a la Capital

Localización, temperatura y distancia	
Latitud norte	4º 08’
Longitud oeste	75º 06’
Altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m)	506
Temperatura(ºC)	25
Distancia a la capital (Km)	62

Fuente: Secretaría de Planeación Municipal de San Luis.

Tabla 3: San Luis, Limites.

Límites del Municipio	
Norte	Ibagué y Coello
Sue	Ortega y Saldaña
Oriente	Guamo y Espinal
Occidente	Valle del San Juan y Rovira

Fuente: Secretaría de Planeación Municipal de San Luis.

"El municipio tiene un área de 413.54km², de los cuales sólo el 0,31%, corresponde al área urbana y el 99,69% al sector rural. El municipio de San Luis, en su área urbana, está conformado por 11 barrios y la zona rural la integran 39 veredas, 1 corregimiento y 4 caseríos. El área rural del municipio de San Luis está integrada 39 veredas, 1 corregimiento (Payandé) y 4 caseríos (La Laguna, La Mesa, La Resaca y La Soledad)". (GOBERNACIÓN DEL TOLIMA, 2019)

El corregimiento de Payandé, municipio de San Luis, Tolima, se encuentra ubicado a 20 kilómetros de Ibagué por carretera pavimentada, a unos 45 minutos en carro aproximadamente. Tiene 8 mil habitantes, de los cuales 4 mil aproximadamente habitan el perímetro urbano. (Silva, 2019)

Recursos

Humanos:

- Se cuenta con dos ingenieros mecánicos encargados de la administración y son responsables de la coordinación de las actividades realizadas en el molino.
- Existen 3 trabajadores que son los encargados de la parte funcional del molino, manejar la trituradora, ordenar bultos y la parte de carga de mulas y volquetas.

Institucionales:

- CORTOLIMA, es la corporación autónoma del departamento del Tolima, se encarga de realizar el estudio de partículas suspendidas totales y de ruido en el molino.

Físicos, logísticos y técnicos:

- Los materiales que se van a utilizan para llevar a cabo las medidas de mitigación para controlar la contaminación auditiva y contaminación atmosférica son madera de guadua, tela verde, cuerda, cáncamos, entre otros.
- Herramientas para ayudas logísticas como computadores.
- Se cuenta con un estudio de referencia de partículas suspendidas totales y emisión de ruido realizado en febrero de 2018.
- Cierra eléctrica, puntillas, martillo, tapas, cortafrío, alicate entre otras herramientas menores.

Infraestructura y equipos:

- Para el muestreo de PST se utilizará como equipo de monitoreo muestreadores de alto volumen previamente calibrado marca Graseby modelo GL2000H.
- Para realizar la calibración de los muestreadores se requiere un kit de calibración, el cual puede ser un juego de platos o un sistema con una resistencia de flujo variable.
- Balanza analítica
- Desecador para laboratorio.

Para el monitorio de ruido se utilizó un sonómetro profesional QUEST Sound Pro (SP DL – 2 -1/3) y equipos complementarios para tomar las medidas.

- Se calibra con un pistómetro

NOTA: Los muestreadores deber ser calibrados en los siguientes casos o eventos:

- Una vez sea instalado
- Después de cambio de motor.
- Después de cambio de escobillas
- Cuando se cambia el sitio de muestreo
- Periódicamente, por los menos cada tres meses.
- Después de 360 horas de monitoreo.

Metodología

Para desarrollar adecuadamente el primer objetivo que es la actualización del plan de manejo ambiental de la empresa, se hizo una revisión de las fichas de manejo ambiental y se actualizaron respecto a las nuevas medidas de mitigación que se llevaron a cabo, también se revisó de la normativa determinando las leyes, decretos y resoluciones, que aplican al plan de manejo ambiental, en concordancia con el Marco Legal determinado en este documento.

También se ejecutaron unas inspecciones que se hicieron dando un recorrido por los lugares de trabajo cada semana, para tener en cuenta los cambios o mejoras de cada alternativa de mitigación, prevención o corrección que se presentaron.

Posteriormente para ejecutar los programas del plan de manejo ambiental para el control de los impactos ambientales más influyentes, se realizaron sensibilizaciones con el talento humano del molino cada mes, dichas sensibilizaciones se hicieron para cada impacto, donde se les hizo preguntas para verificar que tanto conocimiento tenían acerca de los impactos que estaban generando en sus labores de trabajo, también se les socializo las medidas de mitigación y que actividades se llevaron a cabo disminuir la incidencias de los impactos generados

Por último, se hizo un seguimiento y monitoreo de los estudios de emisión de ruido y material particulado realizados en febrero de 2018 comparándolos con los estudios elaborados en septiembre 2019, para verificar que se estuviera cumpliendo con la norma resepctiva y con lo estipulado en el plan de manejo ambiental respecto a las nuevas medidas de mitigación que se llevaran a cabo cumpliendo indicadores y efectuando registros de cumplimiento

Metodologías desarrolladas en los monitoreos

- Evaluación de las Partículas Totales en Suspensión PTS, mediante el método gravimétrico por muestreador de alto volumen mediante la normatividad metodológica establecida en la resolución 610 del 10 de marzo del 2010 y dando cumplimiento con la metodología establecida en la resolución 2154 del 2 de noviembre del 2010 “Por la cual se ajusta el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire”
- Monitoreo de los niveles de emisión de ruido según metodología establecida en la resolución 627 del 2006.

Resultados y discusión

A continuación, se presentan las fichas ambientales del Plan de Manejo Ambiental para la empresa Industria Colombiana de Minerales SAS.

FICHA DE MANEJO AMBIENTAL					
IMPACTO		Material particulado			
TIPO DE IMPACTO		TIPO DE MEDIDA			
POSITIVO	NEGATIVO	PREVENIR	MITIGAR	COMPENSAR	CORREGIR
	X	X	x		
LOCALIZACIÓN DEL IMPACTO					
Procesamiento de la piedra (Piedra caliza), manipulación del material ya procesado (Carbonato de calcio molido), empaquetamiento, molino en general.					
OBJETIVOS					
Se deberán establecer medidas de mitigación para minimizar las emisiones de material particulado generado en las diferentes actividades dentro del molino, cuidando la calidad del aire y la salud de los trabajadores.					
DESCRIPCIÓN TÉCNICA					
• La medida se desarrollará con la instalación de un ventilador de caracol con mangas para atrapar la mayor cantidad de material particulado en el momento de trituración. • Se utilizará la careta de seguridad para evitar enfermedades respiratorias por el material particulado constante al que están expuestos los trabajadores.					
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR					
• Controlar las emisiones de polvo provenientes de las áreas de molienda. •Disminuir las emisiones de material particulado al momento de trituración de la piedra. • Prevenir enfermedades respiratorias por medio de la utilización de elementos de seguridad.					
MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN					
Durante la operación del molino					

Figura 3: Ficha de plan de manejo ambiental, contaminación por material particulado

En la ficha de contaminación por material particulado se hizo la actualización y se agregó la alternativa de mitigación que fue la instalación de un ventilador centrifugo tipo caracol (extractor), con el fin de atrapar y minimizar el material particulado que se disipa al momento de la trituración de la piedra, se ubicaron unos tubos en puntos estratégicos donde más se genera material particulado, estos se conectan al ventilador por la parte que absorbe,

el ventilador cuenta con un sistema de aspas cónicas que generan viento a 90 grados, viento que se dirige hacia la tolva, así mismo entra en el filtro me mangas, al entrar las sopla y el material particulado quedo atrapado em la tela de las magas, que cuelga de manera horizontal con la parte superior cerrada y la parte inferior abierta, después por gravedad el material se precipita y queda almacenado en la tolva, la cual se puede vaciar y reutilizar el material para darle total aprovechamiento.

Es importante tener en cuenta que la dispersión de material particulado corresponde a partículas con dimensiones mayores a 10 micras lo cual facilita su decantación y poca permanencia en la atmósfera.

"El material particulado (MP) es un conjunto de partículas sólidas y líquidas emitidas directamente al aire, tales como el hollín de Diesel, polvo de vías, el polvo de la agricultura y las partículas resultantes de procesos productivos (Fang *et al*., 2003). Según la normatividad colombiana, el MP no sedimenta en períodos cortos, sino que permanece suspendido en el aire debido a su tamaño y densidad (Resolución 610 de 2010) (MAVDT, 2010). Estas partículas en suspensión (MP) son una compleja mezcla de productos químicos y/o elementos biológicos, como metales, sales, materiales carbonosos, orgánicos volátiles, compuestos volátiles (COV), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y endotoxinas que pueden interactuar entre sí formando otros compuestos (Billet *et al*., 2007)". (SUÁREZ, 2012)

Controlar las emisiones por material particulado día a día se convierte en un tema bastante relevante en Colombia según la Organización mundial de la salud (OMS) una de cada ocho muertes en el mundo es ocasionada por la contaminación atmosférica, esto pone en evidencia la importancia de monitorear controlar y evaluación la contaminación atmosférica. (IDEAM)

Comparando la calidad de aire que hay Colombia con la de otras ciudades del mundo se puede decir que, en comparación con América latina y el caribe el único país que no excede el valor guía por la OMS PM_{10} en su media anual de 20 $\mu g/m^3$ es Venezuela, mientras que países como Uruguay, Paraguay, Argentina, Bolivia, Honduras, Chile, Perú y Guatemala exceden más de tres veces el valor guía definido por la OMS, aunque Colombia excede el valor de la OMS, con 42 $\mu g/m^3$, comparado estos países presenta menor concentración anual del contaminante. Comparándolo con países de Norte América y Europa Colombia es el país con mayor concentración anual de $PM_{10,}$ esto se debe a la avanzada tecnología y la calidad de los combustibles utilizados, aunque países europeos presentan concentraciones menores a Colombia siguen sobrepasando el nivel de la OMS exceptuando a Suecia. (Minambiente, 2012)

FICHA DE MANEJO AMBIENTAL					
IMPACTO		Contaminación por ruido			
TIPO DE IMPACTO		TIPO DE MEDIDA			
POSITIVO	NEGATIVO	PREVENIR	MITIGAR	COMPENSAR	CORREGIR
	X		x		
LOCALIZACIÓN DEL IMPACTO					
Molino en general.					
OBJETIVOS					
Establecer medidas para controlar y mitigar las emisiones de contaminación auditiva preservando la salud de los trabajadores.					
DESCRIPCIÓN TÉCNICA					
• La medida se desarrollará por medio de la utilización de material de seguridad como audífonos por parte de los trabajadores para prevenir enfermedades auditivas a largo plazo. • Se implementarán barreras acústicas elaboradas con materiales como guadua, tela verde, de 1m de altura para minimizar el ruido proveniente de actividades como la trituración y molienda de la piedra caliza.					
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR					
• Controlar las emisiones de ruido provenientes de la actividad de molienda por medio del uso de elementos de seguridad y protección auditiva.					
MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN					
Durante la operación del molino					

Figura 4: Ficha de manejo ambiental, contaminación por ruido

En la ficha de manejo ambiental de contaminación por ruido se actualizó adecuando barreras acústicas en puntos estratégicos del molino, las barreras acústicas suspendidas, es el nombre general dado a un tipo de materiales y estructuras acústicas que están suspendidas como unidades individuales del techo de un recinto, en vez de estar construidas como una pared o techo continuos. Normalmente toman la forma de láminas planas o pantallas de material absorbente. (MATERIALES)

En Madrid, España realizaron un estudio implementando barreras o pantallas acústicas contra el ruido del tráfico. “Entre las principales aportaciones documentadas figuran el diseño y realización de un índice de protección, que mediante un único

número sirve para definir las características extrínsecas de dichos dispositivos, índice que junto a los correspondientes a las intrínsecas (absorción, aislamiento), permiten calificar el comportamiento de las pantallas. Otro aspecto de singular relevancia lo constituye el diseño y realización de pantallas absorbentes autoportantes, constituidas con granza de caucho obtenida a partir de neumáticos de desecho." (Moreno, Pfretzschner, & Rodriguez)

Otra alternativa constantemente utilizada es la elaboración de mapas de ruido tanto para definir el clima acústico de una zona de estudio como para establecer planes de mejoramiento proyectos de planificación y mejorar así la calidad de vida, en Buenos Aires se propone una metodología basada en el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica, con el fin de modelar los niveles de ruido ambiental teniendo en cuenta los efectos del ruido tanto auditivos como no auditivos. La metodología se apoya en el uso de bases de datos espaciales e ingeniería del software. (Tafur & Castro, 2008)

Inspecciones

Tabla 4: Inspección de alternativa ventilador.

VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL VENTILADOR (ALTERNATIVA DE CONTROL DE PM10)

SEMANAS	FECHA	ESTADO	FUNCIONAMIENTO	OBSERVACIONES
1	12 AL 16 Ago	-	-	-
2	22 agosto	BUEN0	SI	Funcionamiento normal
3	27 agosto	BUENO	SI	Funcionamiento con total normalidad
4	4 septiembre	BUENO	SI	Funcionamiento con normalidad
5	10 septiembre	REGULAR	NO	Mantenimiento de aspas para mayor

				eficiencia al retener el material particulado.
6	18 septiembre	BUENO	SI	Funcionamiento con total normalidad, semana del estudio de PST
7	25 septiembre	BUENO	SI	Funcionamiento con total normalidad
8	1 octubre	-	NO	Daño de zaranda, semana no productiva
9	8 octubre	-	NO	Semana de arreglo de zaranda.
10 – 11 -12 -13-14		-	NO	Semanas no productivas debido a que se realizo la construcción e instalación de la nueva zaranda. No hubo actividad de trituración, por lo tanto, el ventilador no estuvo en funcionamiento

El ventilador durante el periodo de tiempo de la pasantía que se lleva hasta ahora ha funcionado con total normalidad excepto tres semanas, debido a que en una semana se realizaron actividades de arreglos y mantenimiento para una mayor eficacia a la hora de atrapar el material particulado emitido, se hizo cambio de aspas una semana antes del estudio de partículas suspendidas totales (PST) con el fin de tener una mayor eficiencia, por otro lado las dos últimas semana tampoco estuvo en uso ya que fueron semanas no productivos debido a que se estaba realizando el diseño y construcción de una nueva zaranda.

Tabla 5: Inspección alternativa contenedores de residuos.

VERIFICACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS CONTENEDORES DE RESIDUOS (ALTERNATIVA DE CONTAMIACION POR RESIDUOS SOLIDOS)

SEMANAS	FECHA	ESTADO	FUNCIONAMIENTO	OBSERVACIONES
1	12 al 16 Ago	-	-	-
2	22 agosto	REGULAR	SI	Aunque el aspecto del molino en cuanto a contaminación por basuras no fue el mejor durante esa semana, los trabajadores colaboraron para mejorarlo
3	27 agosto	BUENO	SI	Buen aspecto
4	4 septiembre	MALO	NO	Escombros
5	10 septiembre	REGULAR	SI	Se compraron mesas organizadoras para mejorar el aspecto del molino
6	18 septiembre	BUENO	SI	Muy buen aspecto del molino, semana del estudio de PST y ruido.
7	25 septiembre	MALO	NO	Se presenta mal aspecto y mucho desorden por parte de los trabajadores del molino.
8	1 octubre	MALO	NO	Semana de arreglos.
9	8 octubre	BUENO	SI	Buen aspecto, semana de arreglo de zaranda.
10 – 11 – 12 – 13 - 14		BUENO	SI	Semanas no productivas por construcción e instalación de la nueva zaranda. Aunque no fueron semanas de trabajo, el molino estuvo muy limpio y con muy buen aspecto

Se puede notar que solo el 37,5% de las 8 inspecciones efectuadas tuvieron buenos resultados, debido a que constantemente se está llevando materiales nuevos al molino y no hay mucha colaboración por parte de los trabajadores en cuanto al orden, con esto se puede apreciar la falta de educación y sentido de pertenencia por su lugar de

trabajo, la idea es programas más sensibilizaciones para concienciar al equipo de trabajo con ayuda del jefe de planta.

Tabla 6: Inspección, alternativas barreras acústicas

VERIFICACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS BARRERAS ACUSTICAS (ALTERNATIVA DE LA CONTAMINACION POR RUIDO)

SEMANAS	FECHA	ESTADO	FUNCIONAMIENTO	OBSERVACIONES
1	12 AL 16 Ago	-	-	-
2	19 al 23 Ago	NORMAL	NO	No se había planteado la idea.
3	27 agosto	MALO	NO	No se habían instalado las barreras todavía
4	4 septiembre	REGULAR	SI	Se habían instalado, pero somo la mitad
5	10 septiembre	BUENO	SI	Desde esta semana empezó el buen funcionamiento de las barreras acústicas.
6	18 septiembre	BUENO	SI	Funcionamiento con total normalidad, semana de estudio de emisión de ruido
7	25 septiembre	BUENO	SI	Funcionamiento con total normalidad
8	1 octubre	BUENO	NO	Semana no productiva
9	9 octubre	BUENO	NO	Semana de arreglo de zaranda
10 – 11 – 12 – 13 -14		NORMAL	SI	Aunque fueron semanas no productivas, donde las maquinas no se prendieron, por lo tanto, ni hubo ruido proveniente de la triturado y demás, las barreras acústicas sirvieron para amortiguar ruidos mínimos de martillos, pulidoras etc.

Las barreras acústicas durante el periodo de tiempo hasta ahora, desde que se instalaron todas las barreras adecuadamente se le dio un buen uso y un excelente

funcionamiento, estas barreras se elaboraron con esterilla de guadua, se forraron con polisombra verde y se colgaron en frente de la trituradora que es donde más se genera ruido, para una mayor amortiguación.

Existen diferentes alternativas de control de ruido, en Bahía Blanca, Argentina abordan la problemática de ruido con la alternativa de la modelización computacional de campos acústicos generados en recintos industriales por equipos mecánicos y de procesos, para dicha modelización utilizan un método de Ray tracing a través de un código comercial conocido como SoundPlan versión 6.2. Dicho programa permite modelizar tanto recintos abiertos como cerrados. (Giron, Sequeira, Azzurco, & Cortinez, 2005)

Tabla 7: Inspección, alternativa, buena recolección de residuos sólidos.

VERIFIACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA RECOLECCION DE DESECHOS EN EL PUNTO DE ACOPIO MAS CERCANO (ALTERNATIVA CONTAMINACION POR QUEMA DE DESECHOS)

SEMANAS	FECHA	ESTADO	FUNCIONAMIENTO	OBSERVACIONES
1	12 al 16 Ago	-	-	-
2	19 al 23 Ago	-	-	-
3	27 agosto	MALO	NO	Durante esa semana hubo quema de basura
4	4 septiembre	BUENO	NO	No hubo quema
5	10 septiembre	BUENO	SI	No hubo quema, se llevaron los residuos a punto de acopio más cercano
6	18 septiembre	BUENO	NO	No hubo quema
7	25 septiembre	BUENO	SI	No hubo quema, se llevaron los residuos a punto de acopio más cercano
8	1 octubre	BUENO	SI	No hubo presencia de personal en el molino por arreglo de zaranda
9	8 octubre	BUENO	SI	No hubo quema, hubo personal construyendo una zaranda nueva.
10 – 11 -12 -13 - 14		BUENO	NO	Debido a que durante 5 semanas no hubo personal trabajando, no hubo tanta generación de residuos sólidos, los pocos que se generaron, se recolectaron

	en las canecas de basura, por lo tanto, no hubo quemas, pero tampoco se llevaron los residuos al punto de acopio mas cercado ya que no había necesidad por la poca cantidad generada

En cuanto a este impacto si hubo una gran colaboración por parte de los trabajadores la gran mayoría de las semanas que se hizo las inspecciones, exceptuando una semana que fue la primera, ya que en ese momento no se había realizado la respectiva sensibilización, no se volvió a hacer quemas de residuos sólidos, cada vez que se podía el gerente del molino o jefe de planta llevaban los residuos recolectados a Payande para ser debidamente llevados al punto de acopio por el camión de recolector el cual pasaba los días martes y viernes.

Sensibilizaciones

Tabla 8: Sensibilizaciones

SENSIBILIZACIONES

NUMERO DE SENSIBLIZACION	FECHA	TEMA A TRATAR
1	30 de agosto	• Evitar la quema de residuos: Se trato solo un tema ya que pocos días antes se había hecho una quema de residuos por parte del personal del molino, se trató temas como el peligro que generan las quemas de desechos y que impactos y repercusiones que trae consigo realizar esta actividad.

2	25 de septiembre	• Cuidado y mantenimiento de barreras acústicas. • Manejo de contenedores de desechos. • Mantenimiento de ventilador.

Infortunadamente solo se lograron realizar 2 sensibilizaciones debido a que se tuvo que hacer un arreglo en la zaranda y por lo tanto el talento humano no estuvo presente durante el tiempo de construcción e instalación de la nueva zaranda.

Aunque solo se pudieron hacer dos sensibilizaciones se espera que para cuando se reinicie las labores tengan en cuenta lo hablado en las charlas que se realizaron meses anteriores.

Seguimiento y monitoreo

Tabla 9: Seguimiento y monitoreo'

SEGUIMIENTO Y MONITOREO					
FICHA DE MANEJO AMBIENTAL	**INDICADORES**	**DESCRIPCION DEL INDICADOR**	**TIPO DE INDICADOR**	**PERIODO DE EVALUACION**	**REGISTRO DE CUMPLIMIENTO**
Material particulador	Acciones implementadas	Cumplir con el 100% de las medidas propuestas en la ficha de manejo ambiental y con normatividad legal vigente	Seguimiento	Durante el tiempo de ejecucion	-Medidas implentadas / Medidas programadas -Estudios de particulas totales en suspension y emision de ruido -Inpecciones
Contaminacion por residuos solidos	-Volumen de residuos solidos -Volumen de residuos peligrosos -Puntos de almacenamiento temporal de residuos. -Sensibilizaciones. -Certificado de disposision de residuos solidos.	Cumplir con las politicas ambientales de gestion de residuos	Seguimiento	Mensual	-Volumen de residuos solidos tratados/Volumen de residuos solidos producidos. -Volumen de residuos peligrosos tratados/Volumen de residuos peligrosos producidos. -Numero de puntos de almacenamiento temporal de residuos. -Numero de sensibilizaciones realizadas. -Certificado expedido por la empresa recolectora de servicios publico. -Numero de inspecciones realizadas.
Contaminacion por ruido	Acciones implementadas	Cumplir con el 100% de las medidas propuestas en la ficha de manejo ambiental y con normatividad legal vigente.	Seguimiento	Durante el tiempo de ejecucion	-Medidas implentadas / Medidas programadas -Estudios de particulas totales en suspension y emision de ruido -Inpecciones.

Contaminacion atmosferica por quema de residuos solidos	-Volumen de residuos solidos. -Puntos de almacenamiento temporales de residuos solidos. -Jornadas de aseo.	Reducir la emision de gases nocivos en el area de influecncia	Seguimiento	Mensual	-Volumen de residuos solidos/ volumento de residuos producidos. -Numeto de Puntos de almacenamiento temporales de residuos solidos. -Numero de jornadas de aseo.

Estudio de Partículas suspendidas totales (PST)

El monitoreo de PTS fue llevado a cabo durante días de operación, desde el día 16 de septiembre hasta el día 21 de septiembre, se ubicaron 3 puntos de muestreo, durante 5 días consecutivos, el método empleado fue en de alto volumen basado en muestreadores de aire localizado apropiadamente en el sitio de muestreo, los cuales arrastran una cantidad de medida de aire ambiente a una caja de muestreo y a través de un filtro durante un periodo de muestreo de 24 horas.

PUNTO 1

Ubicación: Área de influencia directa, zona de parqueo.

Tabla 10: Resultados punto 1, estudio 2018

PUNTO 1

Día	**Fecha**	**Material particulado en el aire, µg/m^3**	**Valor mínimo, µg/m^3**	22,4
1-(L)	2018.02.13	27,92	**Valor máximo, µg/m^3**	48,9
2-(M)	2018.02.14	48,86	**Promedio aritmético**	36,2
3-(Mc)	2018.02.14	22,41	**Promedio geométrico**	33,6
4-(J)	2018.02.16	29,38	**Limite diario, µg/m^3**	300,0
5-(V)	2018.02.17	47,55	**Límite anual, µg/m^3**	100,0

Fuente: Industria Colombiana Minerales SAS

Tabla 11: Resultados punto 1, estudio 2019

PUNTO 1

Día	**Fecha**	**Material particulado en el aire, µg/m^3**	**Valor mínimo, µg/m^3**	11,7
1-(L)	2019.09.16	19,87	**Valor máximo, µg/m^3**	34,05
2-(M)	2019.09.17	34,05	**Promedio aritmético**	21,34
3-(Mc)	2019.09.18	20,05	**Promedio geométrico**	20,47
4-(J)	2019.09.19	14,7	**Limite diario, µg/m^3**	300,0
5-(V)	2019.09.20	18,08	**Límite anual, µg/m^3**	100,0

Fuente: Industria Colombiana Minerales SAS

Indicador de reducción

Valores mínimos: $\frac{22,4-11,7}{22,4}$x100 = 47%

Valores máximos: $\frac{48,9-34,05}{48,9}$x100 = 30%

PUNTO 2

Ubicación: costado de la zona de la trituradora.

Tabla 12:Resultados punto 2, estudio 2018

PUNTO 2

Día	**Fecha**	**Material particulado en el aire, ug/m3**	**Valor mínimo, ug/m3**	23,6
1-(L)	2018.02.13	51,68	**Valor máximo, ug/m3**	51.7
2-(M)	2018.02.14	28,73	**Promedio aritmético**	34,4
3-(Mc)	2018.02.14	23,65	**Promedio geométrico**	32,9
4-(J)	2018.02.16	26,02	**Limite diario, ug/m3**	300,0
5-(V)	2018.02.17	41,96	**Límite anual, ug/m3**	100,0

Fuente: Industria Colombiana Minerales SAS

Tabla 13:Resultados punto 2, estudio 2019

PUNTO 2

Día	**Fecha**	**Material particulado en el aire, µg/m^3**	**Valor mínimo, µg/m^3**	18,36
1-(L)	2019.09.16	39,17	**Valor máximo, µg/m^3**	39,17
2-(M)	2019.09.17	21,39	**Promedio aritmético**	26,92
3-(Mc)	2019.09.18	18,36	**Promedio geométrico**	25,84
4-(J)	2019.09.19	22,74	**Limite diario, µg/m^3**	300,0
5-(V)	2019.09.20	32,94	**Límite anual, µg/m^3**	100,0

Fuente: Industria Colombiana Minerales SAS

Indicador de reducción

Valores mínimos: $\frac{23,6-18,36}{23,6}$x$100 = 22\%$

Valores máximos: $\frac{51,7-39,17}{51,7}$x$100 = 24\%$

PUNTO 3

Ubicación: predio vecino, colinda con la carretera.

Tabla 12: Resultados punto 3, estudio 2018

PUNTO 3

Día	**Fecha**	**Material particulado en el aire, ug/m3**	**Valor mínimo, ug/m3**	26.2
1-(L)	2018.02.13	55,61	**Valor máximo, ug/m3**	55,5
2-(M)	2018.02.14	34,11	**Promedio aritmético**	35,7
3-(Mc)	2018.02.14	30,57	**Promedio geométrico**	34,5
4-(J)	2018.02.16	32,05	**Limite diario, ug/m3**	300,0
5-(V)	2018.02.17	26,21	**Límite anual, ug/m3**	100,0

Fuente: Industria Colombiana Minerales SAS

Tabla 14: Resultado punto 3, estudio 2019

PUNTO 3

Día	**Fecha**	**Material particulado en el aire, µg/m^3**	**Valor mínimo, µg/m^3**	19,04
1-(L)	2019.09.16	32,57	**Valor máximo, µg/m^3**	41,33
2-(M)	2019.09.17	41,33	**Promedio aritmético**	27,34
3-(Mc)	2019.09.18	19,04	**Promedio geométrico**	26,14
4-(J)	2019.09.19	23,54	**Limite diario, µg/m^3**	300,0
5-(V)	2019.09.20	20,26	**Límite anual, µg/m^3**	100,0

Fuente: Industria Colombiana Minerales SAS

Indicador de reducción

Valores mínimos: $\frac{26,2-19,04}{26,2}$x$100 = 27\%$

Valores máximos:$\frac{55,5-41,33}{55,5}$x$100 = 25\%$

Los valores de los promedias geométricos obtenidos en los 3 puntos de monitoreo son de 20,47 µg/m^3, 25,84 µg/m^3 y 26,14 µg/m^3 ninguno se encuentra por encima del límite máximo anual establecido por la norma, así mismo se analizan los niveles de material particulado obtenido en cada uno de los días monitoreados, se observa que ninguno se encuentra por encima de límite máximo de 24 horas según la norma.

Los valores de los promedios son mayores en el punto tres debido a que este punto lo ubicaron cerca de la carretera donde pasan vehículos pesados constantemente lo cual son una fuente principal de material particulado arrastrado por las llantas, ya que transitan por carreteras destapadas que conducen a sectores rurales y fincas aledañas, también es afectado por las actividades de excavación y explosión de las diferentes minas que se encuentran en sectores cercanos, concluyendo así que en el punto tres el tráfico es un factor determinante de las concentraciones de material particulado.

Estudio de ruido

Se ubicaron 10 puntos de muestreo, se tuvieron en cuenta los horarios laborales, que iban desde las 7:00am hasta las 18:00 con los equipos funcionando, el intervalo de tiempo de medida fue de 15 minutos para cada hora, el quipo utilizado fue un sonómetro Sound Pro DL. Este estudio se realizó el día 20 de septiembre de 2019.

Tabla 15: Resultados estudio de ruido, 2018

Resumen de resultados monitoreo de emisiones de ruido (nivel de aporte o emisión). Planta de triturado piedra caliza SAN Luis 2018

Id	**Punto 1**	**Punto 2**	**Punto 3**	**Punto 4**	**Punto 5**	**Punto 6**	**Punto 7**	**Punto 8**	**Punto 9**	**Punto 10**
Coordenadas X	888277	888316	888344	888359	888393	888461	888454	888377	888308	888303
Coordenadas Y	964864	964911	964923	964886	964805	964733	964694	964633	964718	964816
Hora inicial	7:11	8:21	9:29	10:27	11:27	13:14	14:19	15:28	16:34	17:06
Hora final	7:26	8:36	9:44	10:42	11:42	13:29	14:34	15:31	16:49	17:06
Minutos medición	15	25	15	15	15	15	15	15	15	15
Lmin	49,5	57,6	56,9	42,7	41,6	47,6	41,3	41,2	38,3	54,0
Lmax	57,1	70,8	77,6	83,6	75,8	79,9	60,4	62,5	64,2	75,0
APORTE O EMISION	**50,40**	**60,13**	**65,17**	**69,69**	**62,53**	**67,02**	**50,56**	**52,25**	**53,92**	**58,91**
Norma día/res 627	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

Fuente: Industria Colombiana Minerales SAS

Tabla 16:Resultados estudio de ruido 2019

Resultado monitoreo de emisión de ruido										
Id	**Punto 1**	**Punto 2**	**Punto 3**	**Punto 4**	**Punto 5**	**Punto 6**	**Punto 7**	**Punto 8**	**Punto 9**	**Punto 10**
Coordenada X	888277	888316	888344	888359	888393	888461	888454	888377	888308	888303
Coordenada Y	964864	964911	964923	964886	964805	964733	964694	964633	964718	964816
Hora inicial	7:24	8:32	9:29	10:27	11:41	13:08	14:25	15:22	16:37	17:14
Hora final	7:39	8:47	9:34	10:42	11:56	13:23	14:40	15:37	16:52	17:29
Minutos medición	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Lmin	44,7	55,2	55,4	39,8	43,4	41,3	38,7	44,6	34,5	58,3
Lmax	53,6	68,8	76,3	79,3	77,4	73,7	57,2	65,9	60,3	78,5
AMPORTE O EMISIÓN	**46,57**	**57,42**	**63,96**	**65,89**	**64,73**	**61,41**	**47,65**	**55,28**	**49,16**	**62,73**

Fuente: Industria Colombiana Minerales SAS

En general los dB disminuyeron en casi todos los puntos de monitoreo, menos en el punto 10, este punto colinda con la zona de carretera, por donde pasan vehículos como volquetas, mulas, deblotroques entre otros que son los causantes de la elevación en los niveles sonoros en este punto.

También hubo un aumento de dB en el punto número 8, punto que se ubicó cerca de la mina más cercana llamada Mina el Repechon, la cual está en constante actividad de explotación de piedra caliza. El punto 5 ubicado en la zona de oficinas, parte del molino más expuesta al ruido constante de la trituradora.

El punto 4 que fue el de mayores niveles sonoros, fue ubicado en el centro del molino, totalmente al frente de la trituradora, lugar donde se recibe la mayor cantidad de ruido de todo el molino, comparándolo con el estudio anterior se logró disminuir 3.8 dB para este punto gracias a las barreras posteriormente instaladas o por condiciones del día.

Aunque en ningún punto se sobrepasa los límites máximos permisibles que se establecen en la norma 627 de 2006 para zonas industriales (75 dB para día y noche), lo que se pretendía con las barreras acústicas era disminuir sobre todo los niveles máximos monitoreados en ciertos puntos, también ir disminuyendo poco a poco los niveles sonoros en todas las zonas del molino.

Conclusiones

- Respecto a la actualización del Plan de Manejo Ambiental se resalta la efectividad de las nuevas alternativas (Implementación de ventilador de caracol para atrapar material particulado y barreras acústicas) para mitigar los impactos, esto se puede confirmar en base a los resultados de los estudios realizados en el mes de septiembre del presente año.
- Las alternativas de mitigación para mitigar o disminuir el ruido son de vital importancia en procesos industriales ya que son focos generadores de vibraciones y ruido altamente dañino y molesto para los trabajadores, generándoles estrés y problemas de salud irreversibles.
- Las inspecciones son necesarias para evaluar las actividades y acciones encaminadas a controlar los impactos generados en los lugares de trabajo de la zona afectada, lo que más se destacó durante los recorridos para inspeccionar es la falta de sentido de pertenencia por el lugar de trabajo, ya que se presenta deficiencia en el manejo de los residuos sólidos y su disposición final.
- Para la ejecución de los programas del PMA, respecto a las sensibilizaciones se concluye el déficit de información sobre contaminación ambiental y su respectivo manejo, esto se debe al nivel académico y costumbres de los trabajadores del molino, así mismo la realización de sensibilizaciones no tuvo un resultado del 100%, debido a que por problemas de arreglos y mantenimientos no se ejecutaron de la mejor manera.
- La alternativa del ventilador utilizada en el molino ha sido de gran ayuda, respecto a las comparaciones de los estudios de puede notar que el material particulado que

se encuentra en el aire este año disminuyo, se requieren hacer ajusten al ventilador para que cada vez la emisión de este contaminante sea menor.

- Los niveles de ruido generados por la operación del molino no impactan el medio ambiente significativamente, ya que se encuentran dentro de los estándares máximos permisibles de emisión de ruido según la resolución 627 de 2006 para horario diurno.

Recomendaciones

- La vegetación sirve como barreras amortiguando el impacto sonoro, debilitando el ruido sin causar molestias a los pobladores de fincas cercanas, por esta razón se debe mantener la zona verde aledaña sin descapotamiento ni talas.
- Realizar otras alternativas de mitigación y prevención para los impactos más relevantes con el fin de minimizar efectos al medio ambiente y al ser humano para cada día tener un ambiente más limpio y mejorar la calidad de vida.
- Se debe hacer mantenimiento de los equipos aproximadamente cada 6 meses para poder tener mayor eficiencia, mejor rendimiento y evitar percances en las actividades de producción.
- Es de gran importancia incentivar a los trabajadores para que toman sentido de partencia por el lugar de trabajo para tener un ambiente más sano y ordenado.

Bibliografía

Romero Dominguez, E. F., & Sevilla Huertas, K. M. (2017). *Evaluacion de impacto ambiental generado por la extraccion y procesamiento de piedra caliza en la trituradora San Jose en el municipio de Toluviejo, departamento de Sucre, Colombia.* Sincelejo. Recuperado el 14 de 09 de 2019, de http://repositorio.cecar.edu.co/xmlui/bitstream/handle/123456789/82/EVALUACIONDEIMPACTOAMBIENTAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GTM. (ABRIL de 2016). FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD, CARBONATO DE CALCIO. Recuperado el 13 de SEPTIEMBRE de 2019, de http://www.gtm.net/images/industrial/c/CARBONATO%20DE%20CALCIO.pdf

GOBERNACIÓN DEL TOLIMA. (02 de 08 de 2019). *Cartilla Tolima*. Obtenido de https://www.tolima.gov.co/descargar.php?idFile=2493

Silva, N. L. (Agosto de 2019). *http://nelsonlombanasilva.blogspot.com*. Obtenido de http://nelsonlombanasilva.blogspot.com/2014/05/payande-tolima-punto-de-ser-devorado.html

SUÁREZ, C. A. (2012). *DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO: PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES Y FRACCIÓN RESPIRABLE PM10.* Manizales. Recuperado el 06 de 10 de 2019, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742012000100012

(s.f.). *MATERIALES.* Recuperado el 06 de 10 de 2019, de https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_04_05/io6/public_html/Materiales.html

IDEAM. (s.f.). *Calidad del aire.* Recuperado el 09 de 10 de 2019, de http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/calidad-del-aire

Suarez, C. A. (2012). DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO: PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES Y FRACCIÓN RESPIRABLE PM10. *Luna Azul*. Recuperado el 09 de 10 de 2019, de https://www.redalyc.org/pdf/3217/321727348012.pdf

Minambiente. (2012). *DIAGNOSTICO NACIONAL DE SALUD AMBIENTAL.* Colombia. Recuperado el 09 de 10 de 2019, de https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IGUB/Diagnostico%20de%20salud%20Ambiental%20compilado.pdf

Tafur, L., & Castro, C. A. (2008). *Modelamiento del ruido ambiental con el apoyo de herramientas de Sistemas de Información Geográfica.* Buenos Aires. Recuperado el 09 de 10 de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/317620485_Modelamiento_del_ruido_ambiental_con_el_apoyo_de_herramientas_de_Sistemas_de_Informacion_Geografica

Giron, P., Sequeira, M., Azzurco, A., & Cortinez, V. (2005). *CONTROL DE RUIDO INDUSTRIAL MEDIANTE UN MODELO COMPUTACIONAL: ESTUDIO DE CASO.* Argentina. Recuperado el 09 de 10 de 2019, de https://www.researchgate.net/profile/Adrian_Azzurro/publication/228666773_Control_de_ruido_industrial_mediante_un_modelo_computacional_estudio_de_caso/links/0deec537bd2422ab3f000000.pdf

Vargas, O., Alvarado, E., Lopez, C., & Cisneros, V. (s.f.). Plan de manejo de residuos sólidos generados en la Universidad Tecnológica de Salamanca. *Revista*

Iberoamericana de Ciencias. Recuperado el 09 de 10 de 2019, de http://www.reibci.org/publicados/2015/septiembre/1200106.pdf

Moreno, A., Pfretzschner, J., & Rodriguez, S. (s.f.). *Barreras acusticas.* Madrid. Recuperado el 06 de 10 de 2019, de http://www.sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/revista_VOL32-12_13.pdf

Anexos

Anexo 1: Inspecciones contaminación por residuos sólidos

Semana 2

Semana 3: Buen aspecto

Semana 4: Escombros

Semana 5: Nuevas mesas organizadoras

Semana 6: Semana del estudio de PST y ruido

Semana 7: Muy mal aspecto

Semana 9: Semana de inicio de arreglo de zaranda

Semana 13: Ultimando arreglos de zaranda

Fuente: propia

Anexo 2:Inspecciones Ventilador

 Semana 1	 **Semana 4:** Funcionamiento normal	 **Semana 5:** Cambio de aspas
 Semana 5: Cambio de aspas	 **Semana 7:** Buen funcionamiento	 **Semana 9:** Semana inicio de arreglo de zaranda

Fuente: propia

Anexo 3: Construcción e instalación de barreras acústicas

 Inicio: Proceso de forrar la esterilla con polisombra verde	 Esterilla forrada	

Todas las barreras forradas	Proceso de instalación	**Final:** Barreras acústicas instaladas en el centro del molino

Fuente: Propia

Anexo 4: Semana de estudio de PST y emisiones de ruido

Fuente: propia

Anexo 5: Semana construcción de zaranda nueva.

Semana inicio de arreglo de zaranda	Construcción de zaranda
Ultimando arreglos de zaranda	Zaranda instalada

Fuente: Propia