	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 1 de 8

16.

FECHA	jueves, 11 de julio 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
Castaño Ocampo	Alejandra	1006903589
Cortes Estrella	Gladys Adriana	39579929

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

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Torres Vargas	Dayro Arley

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 2 de 8

TÍTULO DEL DOCUMENTO

Análisis de la distribución del material particulado, generado por la extracción de arena en la cantera california, en el km 2 vía Girardot-Nariño.

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

Ingeniería Ambiental

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO

04/07/2019

NÚMERO DE PÁGINAS

91

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

ESPAÑOL	INGLÉS
1. Material particulado	Particulate material
2. Impactos	Impacts
3. Zona de influencia	Zone of influence
4. Partículas	Particles
5. Cantera	Quarry
6. Matriz espacial	Spacial matrix



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 3 de 8

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

El estudio consiste en la identificación y visualización del material particulado generado por la operación de la cantera California ubicada en el Km 2 en la vía que conduce de Girardot a Nariño, para caracterizar el tipo de partículas que se dispersan en la actividad minera y analizar el comportamiento del material particulado en el ambiente según el estado meteorológico presente y así obtener los impactos generados por dicho material en la zona de influencia directa e indirecta. Usando la matriz espacial se realizó el análisis de distribución de la dispersión y comportamiento de dichas partículas en el aire. La identificación del material se realizó por medio de la toma de muestras en la zona de influencia de la cantera, con la instalación de dispositivos recolectores de las partículas suspendidas por el método de placas recolectoras; posteriormente se evaluará el tipo de material obtenido, la composición e identificación del tipo de partículas. A través del análisis de distribución se obtendrá el rango de dispersión.

Debido a los resultados obtenidos concluimos que a través de la matriz espacial se pudo evidenciar que no existe una distribución uniforme del material particulado durante las tres semanas de muestreo, que solo el punto 8 presenta las mismas características durante este tiempo; mientras que en los otros puntos si hubo cambios algunos de ellos significativos. Mediante las observaciones en el microscopio se observó que existe presencia de trazas de sílice en el material particulado muestreado, el cual varía en su cantidad y composición según la ubicación del muestreador con respecto a foco emisor.

En la evaluación de los impactos según la metodología Conesa se identificaron los más representativos que afectan a la salud humana y de la vegetación expuesta al material particulado con los cuales se realizaron fichas de manejo ambiental para prevenir o mitigar los riesgos de enfermedad ocupacional y a la naturaleza. Según la evaluación de la matriz Conesa se obtuvo que el impacto con mayor severidad es la afectación por la aparición de enfermedades irreversibles como la neumoconiosis en humanos y animales debido a la exposición prolongada y sin elementos de protección adecuados para la operación de la mina utilizando como base de estudio las normas GATISO.

The study consists in the identification and visualization of the particulate material generated by the operation of the California quarry located at Km 2 on the road that leads from Girardot to Nariño, to characterize the type of particles that are dispersed in the mining activity and analyze the behavior of the particulate material in the environment according to the present meteorological state and thus obtain the impacts generated by said material in the zone of direct and indirect influence. Using the spatial matrix, the analysis of dispersion distribution and behavior of said particles in the air was carried out. The identification of the material was made



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 4 de 8

through the taking of samples in the area of influence of the quarry, with the installation of devices collecting the particles suspended by the method of collector plates; Subsequently, the type of material obtained, the composition and identification of the type of particles will be evaluated. Through the distribution analysis, the dispersion range will be obtained.

Due to the obtained results we concluded that through the spatial matrix it was possible to demonstrate that there is no uniform distribution of the particulate material during the three weeks of sampling, that only point 8 presents the same characteristics during this time; while in the other points if there were changes some of them significant. Through the observations in the microscope it was observed that there is presence of traces of silica in the particulate material sampled, which varies in its quantity and composition according to the location of the sampler with respect to the emitter focus.

In the evaluation of the impacts according to the Conesa methodology, the most representative were identified that affect human health and the vegetation exposed to the particulate material with which environmental management cards were made to prevent or mitigate the risks of occupational disease and nature. .

According to the evaluation of the Conesa matrix, it was found that the impact with greater severity is the affectation due to the appearance of irreversible diseases such as pneumoconiosis in humans and animals due to prolonged exposure and without adequate protective elements for the operation of the mine using basis of study GATISO standards.

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito Autorizamos a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre 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	



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 5 de 8

2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
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 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 Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizamos en nuestra calidad de estudiantes y por ende autores exclusivos, que el Trabajo de Grado, es producto de nuestra plena autoría, de nuestro esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de nuestra creación original particular y, por tanto, somos las únicas titulares de la misma. Además, 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, 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 del Trabajo de Grado es de 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, 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,



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 6 de 8

inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca 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:

Este Trabajo de Grado, 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 titulares del derecho de autor, conferiremos 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) Los Autores, garantizamos que el documento en cuestión, es producto de nuestra plena autoría, de nuestro esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi nuestra creación original particular y, por tanto, somos las únicas titulares de la misma. Además, 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, manifestamos que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación,



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAar113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 7 de 8

investigación y, en general, contenidos es de nuestra 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.ANALISIS DE LA DISTRIBUCION DEL MATERIAL PARTICULADO, GENERADO POR LA EXTRACCION DE ARENA EN LA	Texto, Imágenes

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 8 de 8

CANTERA CALIFORNIA, EN EL KM 2 VIA GIRADOT-NARIÑO DE 2019.	
2.	

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

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
Castaño Ocampo Alejandra	<i>Alejandra Castaño Ocampo</i>
Cortes Estrella Gladys Adriana	<i>Gladys Adriana Cortes Estrella</i>

21.1-51.20.

**ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO, GENERADO
POR LA EXTRACCIÓN DE ARENA EN LA CANTERA CALIFORNIA, EN EL KM 2
VÍA GIRARDOT-NARIÑO.**

**ALEJANDRA CASTAÑO OCAMPO
GLADYS ADRIANA CORTES ESTRELLA**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AMBIENTAL
GIRARDOT**

2019

**ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO, GENERADO POR
LA EXTRACCIÓN DE ARENA EN LA CANTERA CALIFORNIA, EN EL KM 2 VÍA
GIRARDOT-NARIÑO.**

Alejandra Castaño Ocampo

Gladys Adriana Cortes Estrella

Trabajo de Grado para optar el título de Ingeniería Ambiental

Director

Dayro Arley Torres Vargas

Ingeniero Ambiental

Especialista en salud ocupacional y prevención de riesgos profesionales

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

INGENIERÍA AMBIENTAL

GIRARDOT

2019

NOTA DE ACEPTACION

PRESIDENTE DEL JURADO

JURADO

JURADO

DEDICATORIA

*A nuestras familias y parejas,
Por su motivación y apoyo
En todo el proceso formativo,
Por entender nuestras ausencias y
Comprendernos.*

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a todos mis maestros ya que ellos me enseñaron con dedicación cada uno de los conocimientos adquiridos y que serán útiles en nuestra vida diaria y profesional, también agradecemos a nuestras familias por compartir los días difíciles de la vida como estudiante y ayudarnos a salir adelante.

Agradecemos a Dios por darnos salud, por tener la oportunidad de realizar los estudios y llevarlos a un buen fin como profesional.

También un agradecimiento muy especial a nuestro director por su gran dedicación y guiarnos en todo el desarrollo del proyecto que me llevo a cumplir las metas propuestas al inicio de la investigación.

CONTENIDO

	Pàg.
INTRODUCCION	14
1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1Pregunta de Investigación	17
2.JUSTIFICACION	18
3.OBJETIVOS	19
3.1Objetivo general.....	19
3.2Objetivos específicos	20
4.MARCO REFERENCIAL	20
4.1Marco teórico.....	20
4.2Marco legal	27
5.MATERIALES Y METODOS	28
5.1Área de estudio	28
5.1.1 Localización.....	28
5.2Universo, Población y Muestra.....	30
5.2.1 Universo. Cantera California Km 2 vía Girardot-Nariño	30
5.2.2 Población. Contenido de sílice en la Arena de la Cantera	30
5.2.3 Muestras.....	30
5.3Técnicas, métodos y metodología.....	31
6.RESULTADOS Y DISCUSION	39
7.NORMAS GATISO	72

8.CONCLUSIONES.....	84
9.RECOMENDACIONES	85
10.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	86
11.ANEXOS.....	89

LISTA DE TABLAS

	Pàg.
Tabla 1 Normatividad	27
Tabla 2. Fechas de días de muestreo.....	351
Tabla 2. Rangos para el cálculo de la importancia matriz Conesa	35
Tabla 3. Rangos de jerarquización de la importancia en el efecto.....	36
Tabla 4. Puntos Nulos de presencia de sílice en el muestro 1.	40
Tabla 5. Puntos Bajos de presencia de sílice en el muestro 1.....	41
Tabla 6. Punto Alto de presencia de sílice en el muestro 1.	42
Tabla 7. Puntos Bajos de presencia de sílice en el muestro 2.....	43
Tabla 8. Puntos Bajos de presencia de sílice en el muestro 2.....	44
Tabla 9. Punto Alto de presencia de sílice en el muestro 2.	44
Tabla 10. Punto Bajo de presencia de sílice en el muestro 3.....	46
Tabla 11. Punto Medio de presencia de sílice en el muestro 3	47
Tabla 12. Punto Alto de presencia de sílice en el muestro 3.	48
Tabla 13. Matriz causa-efecto tipo Conesa de valoración de impactos ambientales aplicados en flora, fauna y ser humano.....	52
Tabla 14. Ficha de Manejo Ambiental.....	55
Tabla 15. Análisis estadístico de las encuestas	63
Tabla 16. Análisis de Datos	64
Tabla 17. Ha tenido infección de oído o le han dolido los oídos.....	65
Tabla 18. Ha tenido que acudir al médico sin cita previa o a la sala de emergencia por asma en las últimas tres semanas	67
Tabla 19. Presenta algún dolor que se incrementa al respirar.....	68
Tabla 20. Fuma Ud. Actualmente/ahora o ha fumado en el pasado.	70

LISTA DE FIGURAS

	Pàg.
Figura 1: Ubicación nacional y departamental del municipio de Girardot.....	29
Figura 2: Ubicación de Girardot, Cundinamarca y la cantera California, Sentinel 2	300
Figura 3. Area de influencia	309
Figura 4. Muestreo 1	40
Figura 5. Zona 1 y 2 de muestreo 1	43
Figura 6. Analisis de similaridad de Jaccard	462
Figura 7. Muestreo 2	43
Figura 8. Zona 1 de muestreo 2	44
Figura 9. Analisis de similaridad de Jaccard	45
Figura 10. Muestreo 3	46
Figura 11. Zona 1 y 2 de muestreo 3	47
Figura 12. Analisis de similaridad de Jaccard	48
Figura 13. Ha tenido infección respiratoria severa	64
Figura 14. % de trabajadores que han presentado enfermedad respiratoria	65
Figura 15. Ha tenido infección de oído o le han dolido los oídos	66
Figura 16. Trabajadores que han presentado enfermedad en los oídos	66
Figura 17. Ha tenido que acudir al médico sin cita previa o a la sala de emergencia por asma en las últimas tres semana.....	67
Figura 18. Trabajadores que acuden a urgencias por enfermedad pulmonar.	68
Figura 19. Presenta algún dolor que se incrementa al respirar.	69
Figura 20. % de Trabajadores que presentan algún dolor al respirar.....	69
Figura 21. Fuma Ud. Actualmente/ahora o ha fumado en el pasado.....	70
Figura 22. % de trabajadores que no han fumado.....	70

GLOSARIO

PARTÍCULA: Masa pequeña discreta de materia sólida o líquida.

PM: Material particulado. Material suspendido en el aire en forma de partículas Sólidas o gotas de líquido (aerosoles).

PM10: Material particulado cuyas partículas tienen un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrones.

PM2, 5: Material Particulado, cuyas partículas tienen un diámetro aerodinámico menor a 2,5 micrones.

POLVO: Partículas sólidas pequeñas con diámetro menor de 75 μm que pueden permanecer suspendidas por algún tiempo y sedimentan por su propio peso.

SINERGIA: Posibilidad de que el efecto combinado de dos o más impactos sea mayor a la suma de todos ellos.

PST: Partículas totales en suspensión

CONTAMINACIÓN: Cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas del aire, el agua o el suelo que puede afectar de manera adversa la salud, la supervivencia o las actividades de los humanos o de otros organismos vivos.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA: Presencia de contaminantes en la atmósfera, como polvo, gases o humo en cantidades y períodos de tiempo tales que resultan dañinos para los seres humanos, la vida silvestre y la propiedad.

CONTAMINANTE: Forma de materia o energía presente en un medio al que no pertenece, o bien, por arriba de su concentración natural en un medio no contaminado.

AIRE: Porción no confinada de la atmósfera, cuya composición normal es, por lo menos 20% de oxígeno, 79% de nitrógeno, y 1 % de dióxido de carbono, además de proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica.

AMBIENTE: Conjunto de todas las condiciones externas que influyen sobre la vida, el desarrollo y la supervivencia de un organismo.

PAS: Polvo atmosférico sedimentable.

GATISO: Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional

NIOSH: Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional – USA

OSHA: Agencia para la admón. De la Seguridad y Salud Ocupacional – USA

ACGIH – Conferencia Americana de Higienistas industriales – USA

GES: Grupos de Exposición Similar

TACAR: (Tomografía computarizada de alta resolución)

RESUMEN

El estudio consiste en la identificación y visualización del material particulado generado por la operación de la cantera California ubicada en el Km 2 en la vía que conduce de Girardot a Nariño, para caracterizar el tipo de partículas que se dispersan en la actividad minera y analizar el comportamiento del material particulado en el ambiente según el estado meteorológico presente y así obtener los impactos generados por dicho material en la zona de influencia directa e indirecta. Usando la matriz espacial se realizó el análisis de distribución de la dispersión y comportamiento de dichas partículas en el aire.

La identificación del material se realizó por medio de la toma de muestras en la zona de influencia de la cantera, con la instalación de dispositivos recolectores de las partículas suspendidas por el método de placas recolectoras; posteriormente se evaluará el tipo de material obtenido, la composición e identificación del tipo de partículas. A través del análisis de distribución se obtendrá el rango de dispersión.

La medición de los impactos a la salud de los trabajadores de la cantera, se obtendrán a través de una encuesta y a través de la estadística descriptiva se recopilarán, analizaran e interpretaran los resultados

La importancia en el desarrollo de dicha investigación, es que actualmente no hay ningún estudio que cuantifique el nivel de afectación generado en la actividad extractiva de dicha cantera y que puede estar afectando la población y el medio ambiente; debido a la presencia de material particulado en el aire. También es importante el análisis con la matriz espacial para determinar el rango de afectación y la dispersión que alcanzan las partículas y así obtener el alcance de ella hacia la población.

El estudio no requiere mayor inversión económica por este motivo no necesita ser financiado por ninguna entidad, los costos serán asumidos por los realizadores de la investigación los cuales incluyen las láminas portaobjetos, los dispositivos recolectores del material particulado o celdas de vidrio y la vaselina industrial como adherente.

Palabras clave: Material particulado, Impactos, Zona de influencia, Partículas, Cantera, Matriz especial.

ABSTRACT

The study consists in the identification and visualization of the particulate material generated by the operation of the California quarry located at Km 2 on the road that leads from Girardot to Nariño, to

characterize the type of particles that are dispersed in the mining activity and analyze the behavior of the particulate material in the environment according to the present meteorological state and thus obtain the impacts generated by said material in the zone of direct and indirect influence. Using the spatial matrix, the analysis of dispersion distribution and behavior of said particles in the air was carried out.

The identification of the material was made through the taking of samples in the area of influence of the quarry, with the installation of devices collecting the particles suspended by the method of collector plates; subsequently, the type of material obtained, the composition and identification of the type of particles will be evaluated. Through the distribution analysis, the dispersion range will be obtained.

The measurement of the health impacts of the workers of the quarry, will be obtained through a survey and through the descriptive statistics will be collected, analyzed and interpreted the results

The importance in the development of this research, is that currently there is no study that quantifies the level of affectation generated in the extractive activity of said quarry and that may be affecting the population and the environment; due to the presence of particulate material in the air. It is also important the analysis with the spatial matrix to determine the range of affectation and dispersion reached by the particles and thus obtain the reach of it towards the population.

The study does not require major economic investment for this reason it does not need to be financed by any entity, the costs will be borne by the filmmakers of the research which include the slides, the collection devices of the particulate material or glass cells and industrial vaseline as adherent.

Key words: Particulate material, Impacts, Zone of influence, Particles, Quarry, Special matrix.

INTRODUCCION

El tema de contaminación del aire empezó a ser un problema para los científicos al presentarse eventos como los de Meuse Valley en 1930, donde murieron más de 60 personas por

emisiones de SO₂ y fluorocarbonados; el de Donora Pennsylvania en 1948, dando muerte a más de 20 personas por emisiones de material particulado, y el más importante, en Londres en 1952 con la muerte de más de 4,000 personas también por presencia de partículas en exceso en el ambiente. Esto dio la alerta para tomar medidas radicales a nivel mundial en términos políticos y científicos. (De Nevers, N. H. 1998, citado en universidad de los Andes Colombia, 2013).

En Colombia según análisis realizados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la contaminación atmosférica es uno de los problemas ambientales de mayor preocupación para los colombianos por los impactos generados tanto en la salud como en el ambiente, además, es el tercer factor generador de costos sociales después de la contaminación del agua y de los desastres naturales, (Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible, 2018).

El estudio de la distribución del material particulado presente en el aire es de gran importancia para comprender las afectaciones e impactos que puede generar el desarrollo de una actividad minera extractiva en la salud humana y el medio ambiente de la zona de influencia.

La investigación sobre la contaminación por material particulado pretende mostrar un estudio en el comportamiento de las partículas que son generadas en la actividad minera de extracción de material de cantera y el comportamiento que dichas partículas.

Con un muestreo de calidad de aire, por medio de dispositivos colectores de las partículas suspendidas en el aire se puede determinar su caracterización, según su tamaño e identificar su composición, dicho muestreo se hace en la zona de influencia directa a la actividad extractiva y se evaluarán las afectaciones a la salud de la población cercana y al medio ambiente circundante para dimensionar los efectos producidos por las partículas emitidas en la operación extractiva.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Girardot, se encuentra situado hacia el centro de la República de Colombia, este puerto se localiza sobre la margen derecha del río Magdalena, a una altura sobre el nivel del mar 288.926 mts, en la zona en donde él, sirve de límite a los departamentos de Cundinamarca y Tolima.

La zona en estudio se encuentra en el km 2 de la vía Girardot-Nariño, donde se desarrolla activamente la extracción de material en cantera, que genera la producción y dispersión de partículas en la fase de operación y transporte de dicho material.

La cantera California extrae material denominado comúnmente como cascajo, del cual se obtiene la arena “material fino granular, usualmente de menos de ¼” de diámetro, que resulta de la desintegración natural de las rocas o de la trituración de areniscas quebradizas”. (Universidad Nacional, 2011). Dichas partículas son dispersadas por la acción del viento y corren en su misma dirección causando contaminación atmosférica, por la presencia de material particulado en suspensión (PS), dichas partículas se identificarán y caracterizarán utilizando el método de placas receptoras; las cuales son generadoras de enfermedades respiratorias y cardiovasculares en la población de la zona de influencia cercana.

Para la determinación de los impactos generados en la salud humana y en la vegetación, es importante establecer el rango en el tamaño de las partículas dispersadas y su alcance de dispersión en la zona de afectación, (OMS, 2018). En Girardot actualmente no existe ningún estudio que evalúe la calidad de aire, el análisis de las partículas con la matriz espacial.

1.1 Pregunta de Investigación

¿La actividad de minero-extractiva realizada en la cantera California, que tipo de afectación genera al ambiente en la zona de influencia cercana?

2. JUSTIFICACION

El estudio de la contaminación ambiental y particularmente de la contaminación atmosférica son prioridades debido al alto índice de enfermedades respiratorias y cardiovasculares que se presentan actualmente en la población en general, pero con mayor incidencia en niños menores

de 5 años y adultos mayores por ser individuos vulnerables a dichas enfermedades, (Universidad y Salud, 2014).

Actualmente en la ciudad de Girardot se viene desarrollando un proyecto minero extractivo de material de construcción como lo es la arena, en la zona denominada como hacienda california en la vía que conduce de Girardot a Nariño, y aunque se encuentra a las afueras de la ciudad, está dentro de la zona de influencia directa al sector con mayor índice de urbanización y expansión de la ciudad de Girardot en la actualidad, es denominada como comuna 3 según el sistema de gestión ambiental municipal SIGAM, (Alcaldía de Girardot, 2014); por lo cual es importante realizar el análisis presencia ausencia de las partículas suspendidas, para determinar la cantidad de trazas de sílice en las muestras observadas.

También se realizó el análisis de similaridad de Jaccard donde se evidencio la agrupación de los puntos con categorías similares.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Analizar la distribución del material particulado generado por la actividad de extracción de arena en la cantera California.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar un mapa de distribución espacial de material particulado procedente de la extracción de arena mediante una matriz espacial.
- Evidenciar la presencia de material particulado con trazas de arena dentro de la matriz evaluada.
- Identificar los impactos al medio ambiente y Evaluar los posibles riesgos a la salud de los seres humanos, causados por la presencia de sílice en el material particulado.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 Marco teórico

PM: significa material particulado (también llamado contaminación por partículas): el término para una mezcla de partículas sólidas y gotas líquidas que se encuentran en el aire. Algunas partículas, como el polvo, la suciedad, el hollín, o el humo, son lo suficientemente grandes y oscuras como para verlas a simple vista. Otras son tan pequeñas que solo pueden detectarse mediante el uso de un microscopio electrónico (EPA, 2017)

Afectaciones a la salud humana: Según la OMS (2000), los efectos del MPS (material particulado suspendido) en los seres humanos dependen del tamaño y concentración de las partículas, además pueden variar según las fluctuaciones diarias de los niveles de este contaminante. Como efectos perjudiciales para la salud, este contaminante puede provocar principalmente enfermedades respiratorias e inclusive pueden causar cáncer, esto se ve reflejado en la similitud entre el incremento de este contaminante con el de la mortalidad diaria, tasas de admisiones hospitalarias y casos de tos. Además, Turk (1973) agrupa estos efectos negativos sobre la salud en enfermedades agudas (susceptible de causar la muerte), enfermedades crónicas (bronquitis, enfisema pulmonar o asma) y síntomas desfavorables generales e irritaciones.

Afectaciones a las plantas: Las partículas absorben y difunden la luz disminuyendo la penetración e intensidad de las radiaciones solares sobre las plantas, generando trastornos en sus actividades fotosintéticas, respiratorias, fotoquímicas atmosféricas lo que repercute en necrosis, muerte o menor periodo de vida. Estos trastornos son generados por una disminución de la penetración de radiaciones U.V. y del espectro visible, que generan a su vez una menor acción germicida, una menor acción clorofílica y un menor metabolismo del calcio por dificultar la síntesis de vitamina D (Mariano, 2002).

Fuente fija de área: Las fuentes de área son las fuentes de contaminación que emiten menos de 10 toneladas anuales de un solo contaminante peligroso del aire o menos de 25 toneladas

anuales de una combinación de contaminantes peligrosos del aire en un área específica. Esto incluye la quema de combustible de origen estacionario, estaciones de servicio, operaciones de pintura, uso de solventes, procesamiento de residuos y a la industria ligera (salones de uñas, tintorerías, talleres de reparación de autos). También incluidos en las fuentes de área están una amplia gama de actividades de los ciudadanos, como el mantenimiento del césped, uso de disolventes de pintura, gas y carbón para barbacoas, y calefacción del hogar. Las fuentes de área de la contaminación del aire pueden contribuir a los mismos riesgos de salud y ambientales que las fuentes de transporte (Wichita.kumc.edu, 2018).

Según la EPA (1988) estos modelos están clasificados de la siguiente manera:

Modelos de celda fija (vertimientos homogéneos): se utilizan para obtener estimaciones de concentración de contaminante para emisiones difusas, diseminadas a lo largo de una determinada superficie, como es el caso de una ciudad.

Modelos gaussianos de dispersión (vertimientos puntuales): son los que se utilizan para estimar la concentración de contaminante producida por una fuente puntual, por ejemplo, la chimenea de una fábrica o el escape de un depósito. El objetivo del modelo determina la concentración a cierta distancia de la fuente.

La Enfermedad Respiratoria Aguda (ERA): constituye un grupo de enfermedades que se producen en el aparato respiratorio, son más comunes en época de lluvia pues se relaciona con la mayor humedad en el ambiente generando aumento en la circulación de los microorganismos infecciosos respiratorios como virus y bacterias, comienzan de forma repentina y duran menos de 2 semanas. La mayoría de estas infecciones como el resfriado común son leves, pero dependiendo del estado general de la persona pueden complicarse, como en el caso de las neumonías.

La Silicosis: Se caracteriza por fibrosis pulmonar difusa secundaria a la inhalación repetida de polvo que contiene sílice en forma cristalina; generalmente se acompaña de problemas bronquíticos; es un factor predisponente para el cáncer de pulmón y la culpable de incapacidades laborales temporales o permanentes. Factores que influyen en su desarrollo son, entre otros, condiciones ambientales deficientes en el sitio de trabajo, protección colectiva y personal inadecuada o nula, humedad del aire y susceptibilidad individual (Parker JE, 1995).

Marco conceptual

El material particulado: respirable presente en la atmósfera de nuestras ciudades en forma sólida o líquida (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras) se puede dividir, según su tamaño, en dos grupos principales. A las de diámetro aerodinámico igual o inferior a los 10 μm o 10 micrómetros (1 μm corresponde a la milésima parte de un milímetro) se las denomina PM10 y a la fracción respirable más pequeña, PM2, 5. Estas últimas están constituidas por aquellas partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a los 2,5 micrómetros, es decir, son 100 veces más delgadas que un cabello humano. Las PM2, 5 su origen está principalmente en fuentes de carácter antropogénico como las emisiones de los vehículos diésel, mientras que las partículas de mayor tamaño pueden tener en su composición un importante componente de tipo natural, como partículas de polvo procedente de las intrusiones de viento del norte de África (polvo sahariano), frecuente en nuestras latitudes (Linares. C, Díaz. J, 2008).

Materiales de construcción: los productos pétreos explotados en minas y canteras usados, generalmente, en la industria de la construcción como agregados en la fabricación de piezas de concreto, morteros, pavimentos, obras de tierra y otros productos similares. También, para los mismos efectos, son materiales de construcción, los materiales de arrastre tales como arenas,

gravas y las piedras yacentes en el cauce y orillas de las corrientes de agua, vegas de inundación y otros terrenos aluviales (Ley 685 2001).

Canteras: Se refiere a las explotaciones de rocas industriales, ornamentales y de materiales de construcción. Constituyen el sector más importante en cuanto a número ya que desde la antigüedad el hombre las ha explotado para extracción y abastecimiento de materias primas utilizadas en construcción y obras de infraestructura (Álvarez. G, Fonseca. L, Del Carmen. M, Acosta. K, 2013).

La Meteorología: es la ciencia encargada del estudio de la atmósfera, de sus propiedades y de los fenómenos que en ella tienen lugar, los llamados meteoros. El estudio de la atmósfera se basa en el conocimiento de una serie de magnitudes, o variables meteorológicas, como la temperatura, la presión atmosférica o la humedad, las cuales varían tanto en el espacio como en el tiempo (Rodríguez, Á. Benito, A. Portela 2004).

Humedad relativa: Es la relación porcentual entre la presión de vapor y la presión de vapor de saturación. Dicho de otra manera, es la relación que existe entre la cantidad de vapor de agua que contiene el aire en un momento dado para cierta temperatura con respecto a la cantidad máxima de vapor que puede contener a esa misma temperatura (Corleto, 2012).

Viento: Es el desplazamiento horizontal del aire, este movimiento del aire es producido por diferencias de presión atmosférica, atribuidas, sobre todo, a diferencias de temperatura. El vector velocidad del viento describe la tasa de cambio a la cual la posición de una masa de aire cambia con el tiempo (Corleto, 2012).

Partículas: Contaminantes generados por procesos extractivos, transporte, concentración, fundición, refinería y comercialización de la actividad minera; quema de combustibles fósiles;

emisiones volcánicas; polen de la fase de floración de las plantas; fotoquímica de gases contaminantes primarios, etc. De las diferentes fracciones de partículas, las más finas son las más dañinas por su rápida penetración y permanencia en el sistema respiratorio, específicamente a nivel de los alvéolos pulmonares (Marcos, 2008).

Polvo Atmosférico: Sedimentable (PAS) o Polvo Sedimentable PS. Constituido por partículas contaminantes sólidas de un diámetro equivalente mayor o igual a 10 micras ($D_{10\mu}$); tamaño y peso que está dentro de la influencia de la fuerza de atracción gravitatoria terrestre (gravedad), por lo que sedimentan y se depositan en forma de polvo en las diferentes superficies (edificios y objetos en general de exteriores e interiores, áreas verdes, avenidas y calles con o sin asfalto), desde donde vuelven a ser inyectados al aire por los llamados flujos turbulentos de las zonas urbanas; de este grupo de partículas, las más finas son las más peligrosas ya que tienen una mayor capacidad de penetración en el sistema respiratorio. (Marcos, 2008).

Los contaminantes sólidos sedimentables (CSS): conocidos también como polvo atmosférico, están constituidos por material tanto inerte como por metales pesados, estos últimos pueden ser Fierro, Plomo, Cadmio, Cromo, Zinc, entre otros. Se acumula en la atmósfera como resultado de la circulación del parque automotor obsoleto, emisiones fugitivas de las fábricas, comercio formal e informal, botaderos clandestinos de basura, malos hábitos de la población, etc., así como de la acción dispersante de los flujos de vientos locales que mantiene el polvo atmosférico en un continuo proceso de suspensión y resuspensión (Chipoco. S. J & Valencia. R. F, 2015).

Las partículas totales en suspensión (PST): son partículas sólidas o líquidas de polvo, hollín y pequeñas gotas de vapores, que según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en cantidades que sobrepasan el límite permitido, ocasionan la disminución en la capacidad

respiratoria y generan problemas cardiovasculares, ocasiona además mala visibilidad en la ciudad e impide la adecuada llegada de los rayos solares, factor fundamental para la existencia de vegetación (chipoco. S. J & valencia. R. F, 2015).

Estado del arte

Las Investigaciones sobre el material particulado a nivel atmosférico que se han realizado en el mundo tienen su origen de manera natural o antropogénico, las cuales han manifestado además la necesidad de adelantar estudios detallados relacionados con los efectos causados por la presencia de este contaminante, con el fin de implementar estrategias para el control del mismo.

En Colombia este tema se ha abordado desde las principales ciudades del país:

En la ciudad de Santiago de Cali se realizó un análisis con fundamento estadístico sobre el índice de calidad de aire en ciertas épocas del año 2000.

En el valle de aburra se realizaron investigaciones sobre el material particulado en suspensión las cuales, arrojaron que el nivel de contaminación está aumentando en los últimos años y los niveles superan los 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, muy por encima de los niveles de precaución para la salud, definidos por la Organización Mundial de la Salud –OMS– (35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

En la ciudad de Santa Marta en el estudio realizado muestra altos índices de partículas suspendidas que coinciden con las épocas de escasas lluvias entre los meses de enero y abril.

En la ciudad de Bogotá DC. Se realizó un estudio donde comparaba el aumento en la concentración másica de partículas suspendidas en el aire con el aumento en el número de consultas por enfermedad de vía aérea, superior en menores de 14 años en los barrios Venecia, Bosa y Trinidad Galán.

En la mayoría de los estudios que se tratan anteriormente se evidencio que los niveles de PST y PM10, en mediciones anuales superan la norma, pero según los estándares no superan la norma con los índices diarios.

Según estos estudios se observa que se han realizado trabajos de monitoreo en las principales ciudades de Colombia pero estos deben ser apoyados en investigaciones más amplias que incluyan el rango de partículas que PM2.5 con el fin de crear estrategias para el control y manejo de las emisiones de material particulado (Scielo, 2012).

4.2 Marco legal

Tabla 1 Normatividad

Normatividad	Descripción
Ley 9 de 1979	Código Sanitario Nacional
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental –SINA y se dictan otras disposiciones.
Decreto 948 de 1995	Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.

Resolución 601 de 2006	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
Resolución 610 de 2010	Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006.
Resolución 909 de 2008	Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2141 de 2014	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

5. MATERIALES Y METODOS

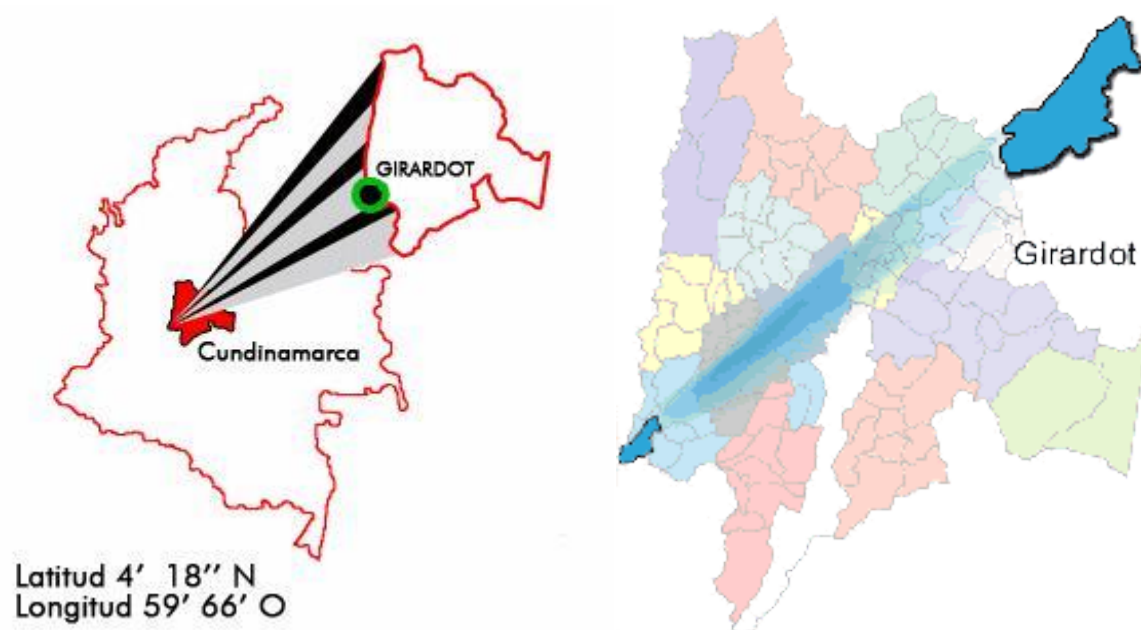
5.1 Área de estudio

5.1.1 Localización. Girardot está situada en el centro de la República de Colombia, sus coordenadas geográficas: latitud norte 4°, 18' 00'' y longitud oeste 74°, 47' 51'' al centro de la

ciudad (Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi). El Departamento de Cundinamarca, se encuentra ubicado hacia el sur-occidente del Alto Magdalena y sobre el margen derecha de Río Magdalena, Extensión total 130 Km² y una Temperatura promedio anual 33.3°C (Alcaldia de Girardot, 2014). Una Población del municipio 150.178 habitantes (DANE, 2005).

El area de estudio se encuentra ubicada al Km 2 de la via Girardot-Nariño 4°27'82"N, - 74°85'18" al W., en la cual se desarrolla la extraccion de arena de cantera.

Figura 1. Ubicación nacional y departamental del municipio de Girardot.



Fuente: Alcaldia de Girardot (2018).

Figura 2: Ubicación de Girardot, Cundinamarca y la cantera California, Sentinel 2



Fuente: USGS, U. (2009).

5.2 Universo, Población y Muestra

5.2.1 Universo. Cantera California Km 2 vía Girardot-Nariño

5.2.2 Población. Contenido de sílice en la Arena de la Cantera

5.2.3 Muestras

45 muestras de PAS para analizar en laboratorio

10 Encuesta a los trabajadores

Fichas de manejo ambiental para los impactos más representativos de la actividad.

5.3 Técnicas, métodos y metodología

Método de “placas receptoras

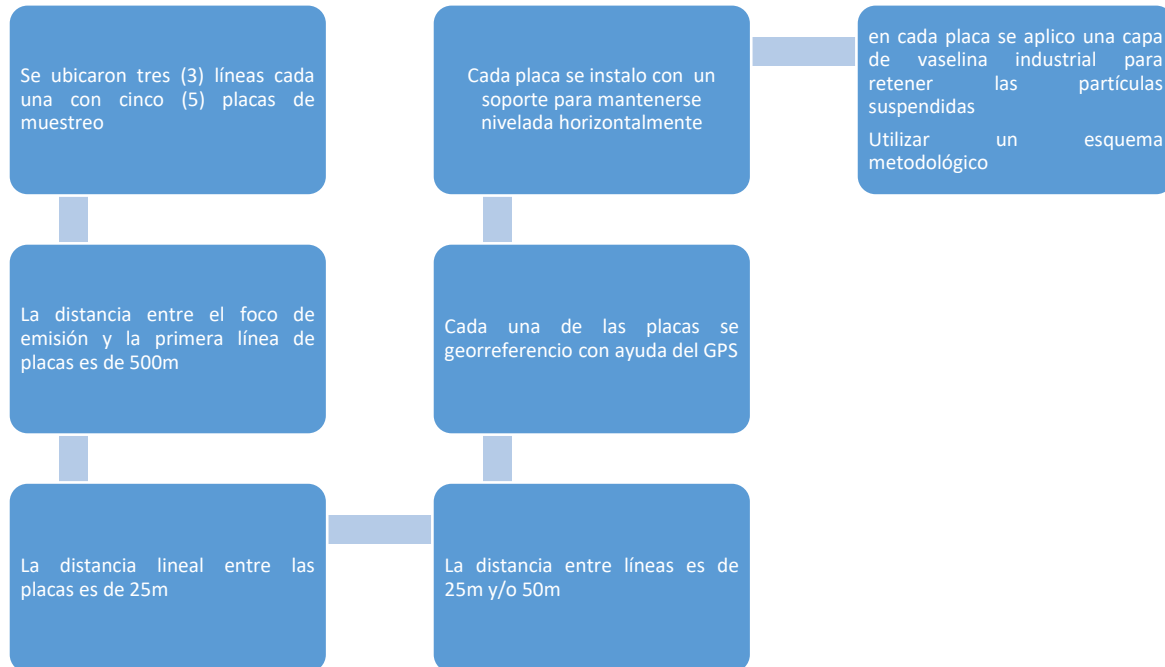
Consiste en la utilización de una lámina o placa con un adherente como la vaselina, el cual constituye el elemento sensible del método, en donde quedará atrapado el polvo atmosférico sedimentable (PAS) o contaminante sólido sedimentable (CSS). Después de una exposición por un período 24 horas de muestreo, la muestra regresa al laboratorio. (Chipoco. S. J & Valencia. R. F, 2015).

Tabla 2. Fechas de los días de muestreos

MUESTREOS	FECHA DE INSTALACIÓN	FECHA DE RETIRO
MUESTREO 1	14/05/2019	15/05/2019
MUESTREO 2	21/05/2019	22/05/2019
MUESTREO 3	28/05/2019	29/05/2019

Matriz espacial

Por medio de una imagen satelital se obtendrá el área de influencia directa e indirecta de la cantera California con el fin de hacer la construcción de un matriz para el análisis de la distribución del material particulado procedente de la cantera. Para la construcción de la matriz espacial se tendrá en cuenta los siguientes factores:



- Se ubicaron tres (3) líneas cada una con cinco (5) placas de muestreo
- La distancia entre el foco de emisión y la primera línea de placas es de 500m
- La distancia lineal entre las placas es de 25m
- La distancia entre líneas es de 25m
- Cada una de las placas se georreferenció con ayuda del GPS
- Cada placa se instaló con un soporte para mantenerse nivelada horizontalmente
- En cada placa se aplicó una capa de vaselina industrial para retener las partículas

suspendidas

Para la creación del mapa se recolectará la información de cada uno de los puntos de muestreo donde se ubicaron las placas, de esta manera se realizará la base de datos en ArcGIS (ArcGIS, 2016), referente a cada punto de muestreo.

Identificación de Impactos

Para la identificación y evaluación de impactos en el medio ambiente causados por la presencia de sílice en el material particulado, se tendrá en cuenta la metodología de evaluación de una matriz causa-efecto (Conesa – Fernández), basado en el estudio de impacto ambiental de explotación minera (JONES.F, 2017). La cual plantea la obtención de valores de impacto ambiental a partir de la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales identificados.

Conesa – Fernández, consiste en la formulación de una matriz de causa-efecto que analiza diez parámetros y a su vez dentro de los mismos establece una serie de atributos (Tabla 1), que al plasmarlos en la ecuación propuesta por el autor arroja un resultado numérico, que corresponden a la importancia del impacto, posteriormente establece un rango de 0-100 y a los cuatro rangos propuestos le asigna la clase de efecto que hace referencia a si es compatible, moderado, crítico o severo y a su vez establece un color para cada uno (Tabla 2). (Alcaldía, 2013)

Criterios de evaluación

- **El signo** del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
- **Intensidad (IN)** grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa. El baremo de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima.
- **Extensión (EX)** área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto dividido el porcentaje del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto.


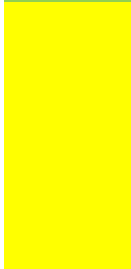


- **Momento (MO)** alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.
- **Reversibilidad (RV)** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción cometida, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio
- **Persistencia (PE)** tiempo que supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición y a partir de la cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctivas.
- **Recuperabilidad (MC)** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia de la actividad cometida, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (medidas de manejo ambiental).
- **Acumulación (AC)** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.
- **Sinergia (SI)** El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.
- **Efecto (EF)** Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

• **Periodicidad (PR)** se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

Tabla 3. Rangos para el cálculo de la importancia matriz Conesa

SIGNO		INTENSIDAD (IN)	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX)		MOMENTO (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Local	2	Mediano plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Critico	4
Critico	(+4)		(+4)
PERSISTENCIA (PE)		REVERSIBILIDAD (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Mediano	2
Permanente	4	plazo Irreversible	4
SINERGIA (SI)		ACUMULACION (AC)	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF)		PERIODICIDAD (PR)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o periódico o discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA (I)	
Recuperable inmediato	1	$I=(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$	
Recuperable a mediano plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Tabla 4. Rangos de jerarquización de la importancia en el efecto

Rangos de importancia	Clase de efecto	Trama	Significado
$0 \leq 25$	Compatibles		Son generalmente puntuales, de baja intensidad reversibles en el corto plazo. El manejo recomendado es control y prevención.
$26 \leq 50$	Moderados		Son impactos generalmente de intensidad media o alta, reversibles en el mediano plazo y recuperable en el mismo plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención y mitigación.
$51 \leq 75$	Severos		Son generalmente de intensidad alta o muy alta, persistentes, reversibles en el mediano plazo. Las medidas de manejo son de control, prevención, mitigación y hasta compensación.
$76 \leq 100$	Críticos		Son generalmente de intensidad muy alta o total, extensión local e irreversibles (>10 años). Para su manejo se requieren medidas de control, prevención, mitigación y hasta compensación

Fuente.

Evaluación de riesgos a la Salud

Para la evaluación de riesgos a la salud humana se tuvo en cuenta información primaria y secundaria; dentro de la información primaria se aplicó una encuesta dirigida a los trabajadores

de la cantera; para la determinación del número de encuestas se utiliza la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z_a^2 \times p \times q}{d^2}$$

No fue necesario realizar el cálculo de la muestra ya que esta se usa para poblaciones grandes y en este caso solo se cuenta con una población de 10 trabajadores.

La encuesta se diseñó con el fin de determinar características particulares que se tienen de enfermedades de tipo respiratorias; para la información secundaria se tendrá en cuenta algunas normas GATISO que son una guía de atención basada en la evidencia de enfermedad ocupacional, para su mitigación y manejo en cuanto a enfermedades pulmonares como Asma, Neumoconiosis y el Cáncer para protección y prevención de enfermedades respiratorias.

Encuesta sobre enfermedades respiratorias

1. ¿Ha tenido una infección respiratoria severa (influenza/gripe, neumonía, resfriado severo o bronquitis) en las últimas tres semanas?

Sí _____ No _____

2. ¿Ha tenido una infección de oído o le han dolido los oídos en las últimas tres semanas?

Sí _____ No _____

3. ¿Ha tenido que acudir al médico sin cita previa o a la sala de emergencia por asma en las últimas tres semanas?

Sí _____ No _____

4. ¿Presenta algún dolor que se incrementa al respirar?

Sí _____ No _____

5. ¿Fuma Ud. Actualmente/ahora o ha fumado en el pasado? (marque solo una respuesta)

_____ Sí, fumo actualmente/ahora (Cigarrillos, puros o habanos, pipa)

_____ Sí, fumé anteriormente pero ya lo dejé, _____ (que edad tenía cuando lo dejó)

_____ No, jamás he fumado o usado tabaco.

Técnicas microscópicas

Las técnicas microscópicas constituyen métodos sencillos, rápidos y económicos para la determinación del grado de cristalinidad de las escorias. La preparación de muestras también es rápida, sencilla y económica; asimismo, en poco tiempo puede adquirirse la destreza suficiente para llevar a cabo estudios con resultados fiables (Rodríguez Rey. A, Suárez del Río. L. M. & Calleja E, Ruiz. V. 1997). El límite de resolución máximo que se consigue con los microscopios de campo luminoso se sitúa en 0.22-0.25 micrómetros (Euita.upv.es, 2018)

Análisis de muestras

Para cada uno de los puntos de muestreo de la matriz espacial se agregó de un porta objeto por punto, el cual se analizó por medio de técnicas microscópicas donde se evidencio el tamaño de las partículas y la presencia o ausencia de trazas de sílice procedente de la arena; además de ello sirvió como soporte dentro de la base de datos de Excel que alimento el modelo de distribución que se evaluó con rangos de visualización de Alto (rojo), Medio (naranja), Bajo (amarillo) y Nulo (verde) de presencia de trazas de sílice.

También se realizó un análisis de Coeficiente de similitud de Jaccard.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

Área de influencia directa con una distancia de 120 metros que alcanza a cubrir el área de extracción de la mina o foco de emisión y una zona de influencia indirecta de 240 metros que alcanza a tener niveles altos emisión de partículas.



Figura 3. Área de influencia

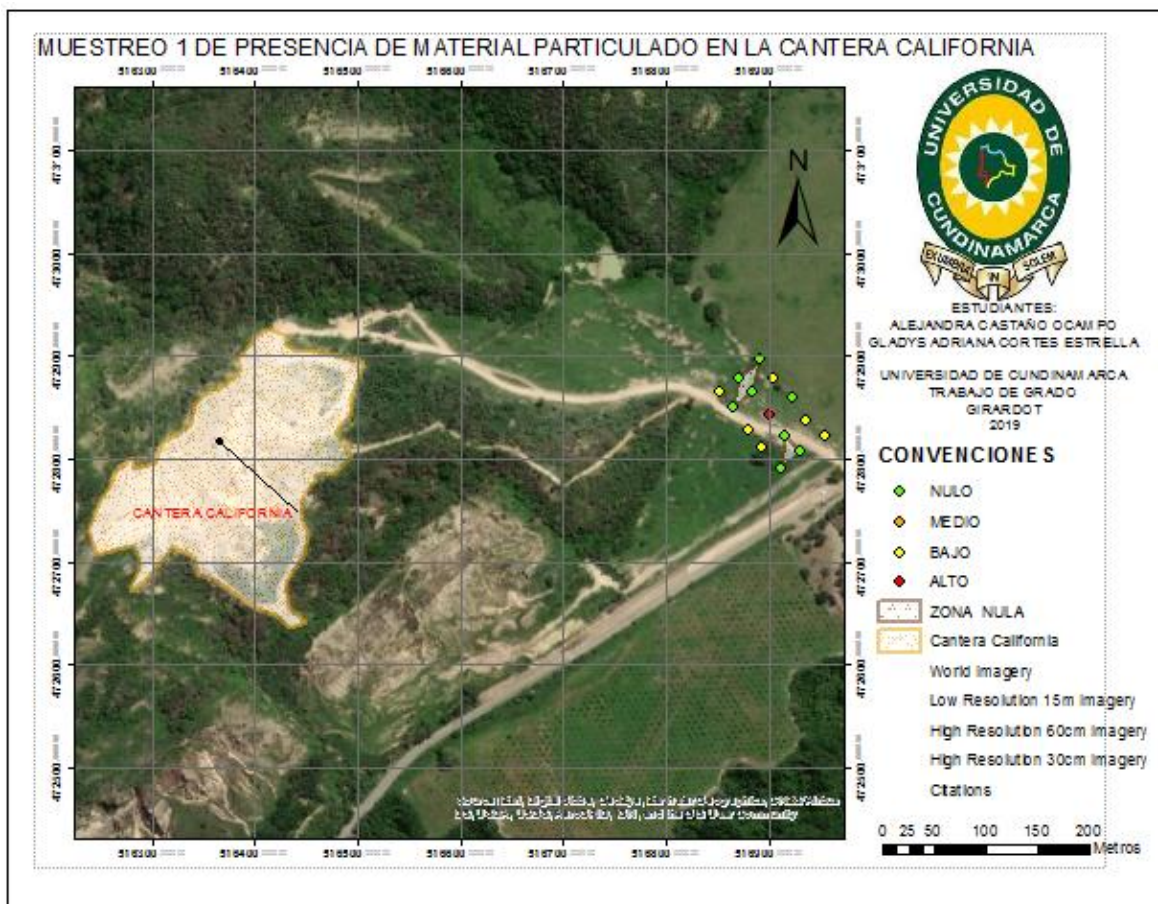


Figura 4. Muestreo 1

Fuente. Propia

Tabla 5. Puntos Nulos de presencia de sílice en el muestro 1.

MUESTREO 1. COORDENADAS WGS 1984 UTM Zona 18			
PUNTO	RANGO	ESTE	NORTE
3	NULO	516923,13	472859,141
5	NULO	516892,353	472897,173
6	NULO	516870,763	472878,800
7	NULO	516883,877	472865,296
9	NULO	516915,403	472823,272
10	NULO	516931,124	472807,283
11	NULO	516912,868	472791,654
14	NULO	516865,243	472850,524

Fuente. Propia

Para el muestreo uno se verificó que existen dos zonas en donde no existió presencia de material particulado procedente de la cantera, la zona 1 con un área de 488,9 m² y la zona 2 con área de 268,7 m². Siendo el rango con más puntos durante el muestreo.

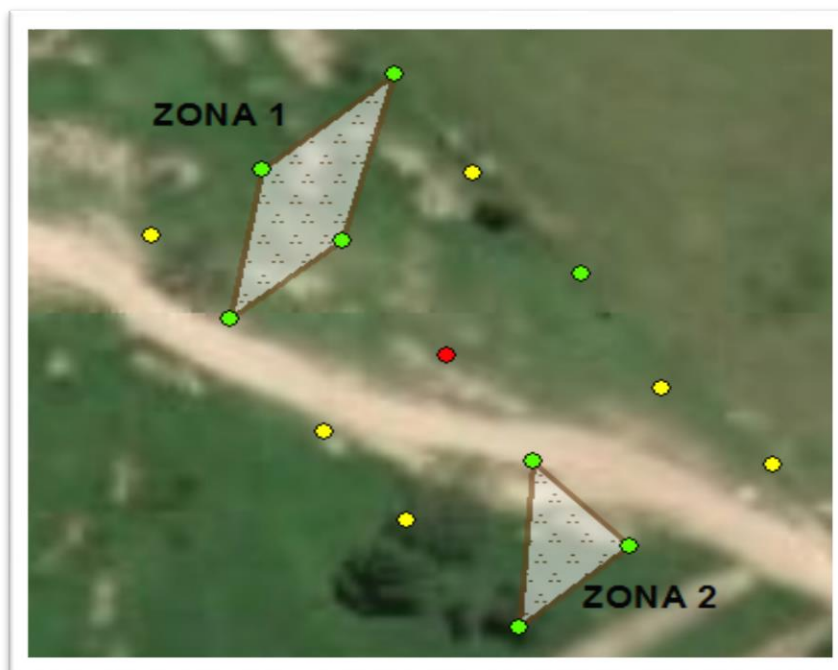


Figura 5. Zona 1 y 2 muestreo 1

Tabla 6. Puntos Bajos de presencia de sílice en el muestreo 1.

MUESTREO 1. COORDENADAS WGS 1984 UTM Zona 18			
PUNTO	RANGO	ESTE	NORTE
1	BAJO	516955,126	472822,592
2	BAJO	516936,637	472837,317
4	BAJO	516905,295	472878,19
12	BAJO	516894,016	472811,498
13	BAJO	516880,98	472828,924
15	BAJO	516852,344	472866,399

Fuente. Propia

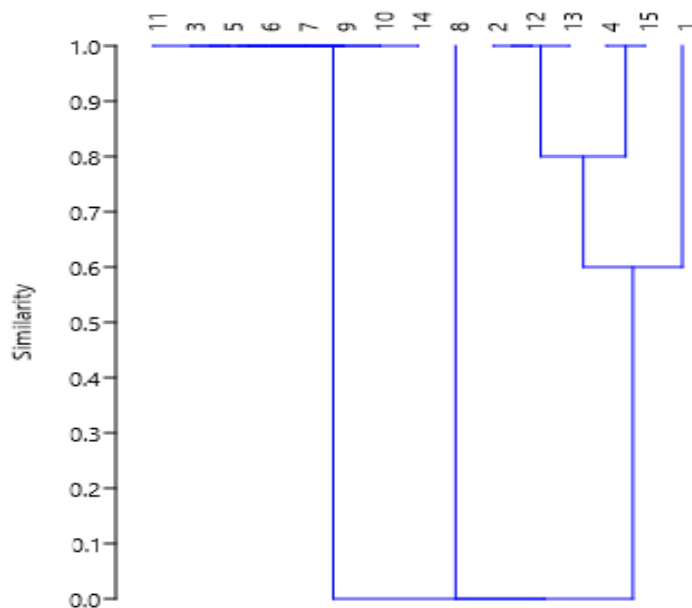
Tabla 7. Punto Alto de presencia de sílice en el muestro 1.

MUESTREO 1, COORDENADAS WGS 1984 UTM Zona 18			
PUNTO	RANGO	ESTE	NORTE
8	ALTO	516901,22	472843,605

Fuente. Propia

Para los puntos con categoría baja existe una similaridad entre ellos en la presencia de material particulado como se observa en la gráfica donde se muestra que los puntos 2,12,13 comparte la misma categoría y a su vez los puntos 4 y 15 tienen similitud por esta razón se observa la unión entre ellos.

Para el caso del punto 8 no tienen similaridad con ningún otro punto por tener presencia de material particulado de categoría alta por estar ubicado cerca de la carretera por donde pasan las volquetas todo el día con el material de la cantera. Y los puntos 3,5,6,7,9,10,11,14 se encuentran unidos por tener una categoría nula.

**Figura 6. Análisis de similaridad de Jaccard**

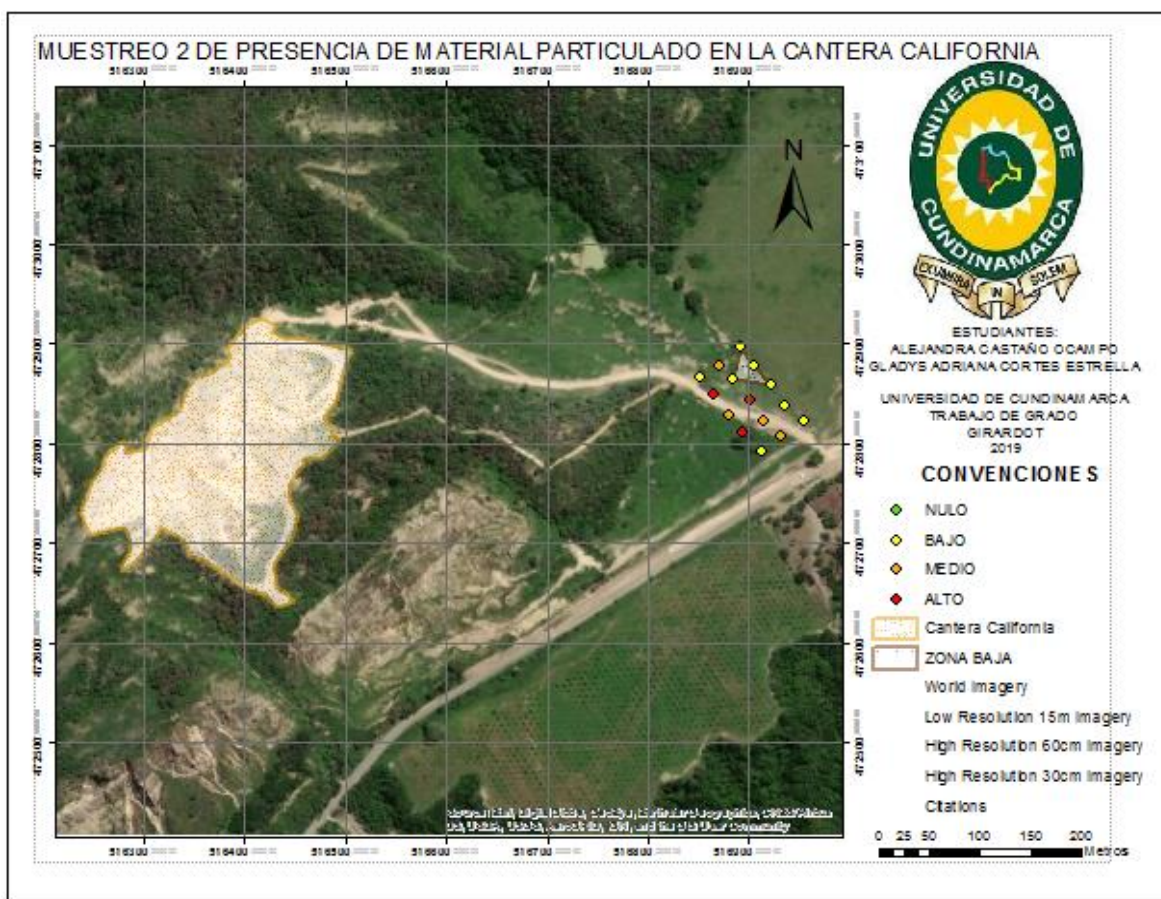


Figura 7. Muestreo 2

Fuente. Propia

Tabla 8. Puntos Bajos de presencia de sílice en el muestro 2.

MUESTREO 2. COORDENADAS WGS 1984 UTM Zona 18			
PUNTO	RANGO	ESTE	NORTE
1	BAJO	516955,126	472822,592
2	BAJO	516936,637	472837,317
3	BAJO	516923,13	472859,141
4	BAJO	516905,295	472878,19
5	BAJO	516892,353	472897,173
7	BAJO	516883,877	472865,296
11	BAJO	516912,868	472791,654
15	BAJO	516852,344	472866,399

Fuente. Propia

La categoría baja se evidencia presencia de material particulado el cual representa la mayoría de los puntos, evidenciado que en zonas que el rango era nulo en el primer muestreo ahora existe presencia de material particulado conformando un área de 605,7 m².

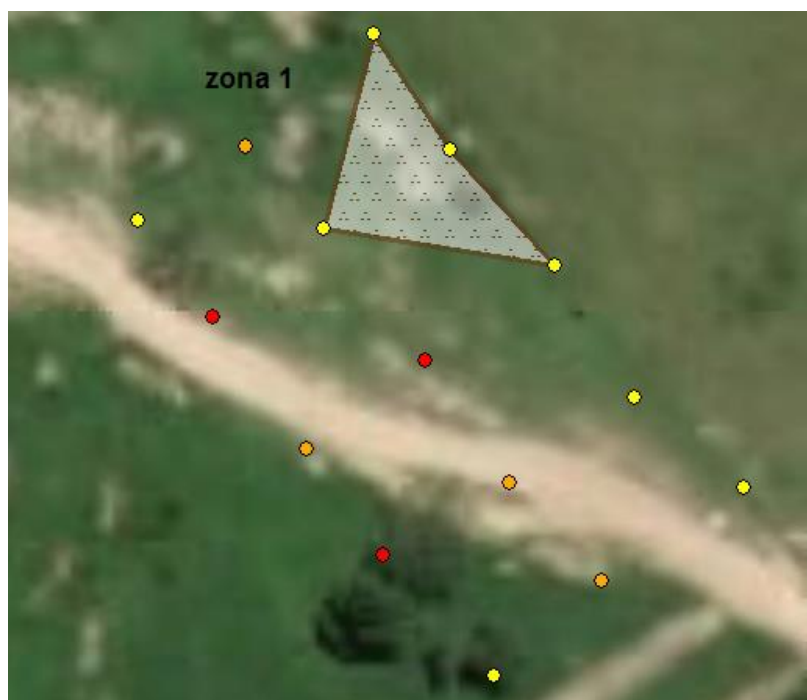


Figura 8. Zona 1 muestreo 2

Tabla 9. Puntos Bajos de presencia de sílice en el muestro 2.

MUESTREO 2. COORDENADAS WGS 1984 UTM Zona 18			
PUNTO	CATEGORIA	ESTE	NORTE
6	MEDIO	516870,763	472878,800
9	MEDIO	516915,403	472823,272
10	MEDIO	516931,124	472807,283
13	MEDIO	516883,877	472865,296

Fuente. Propia

Tabla 10. Punto Alto de presencia de sílice en el muestro 2.

MUESTREO 2. COORDENADAS WGS 1984 UTM Zona 18			
PUNTO	CATEGORIA	ESTE	NORTE
8	ALTO	516901,22	472843,605

12	ALTO	516894,016	472811,498
14	ALTO	516865,243	472850,524

Fuente. Propia

En el análisis de Jaccard se observa que dentro de la categoría baja aumento el número de puntos con similaridad donde se encuentran los puntos 1, 2,3, 4, 5, 7, 11,15 siendo la categoría con más puntos.

En la categoría media se encuentran los puntos 6, 9, 10,13 con similaridad de material particulado ubicados aleatoriamente en el área de muestreo. Algunos puntos aumentaron de categoría respecto al muestreo 1.

Los puntos 8 y 14 presentan una similaridad en la presencia de material particulado. Siendo el punto 8 constante con categoría alta, El punto 12 presento un aumento de la presencia de material particulado de ser bajo a ser alto, igualmente el punto 14 tuvo una variación de presencia nula a presencia alta de material particulado.

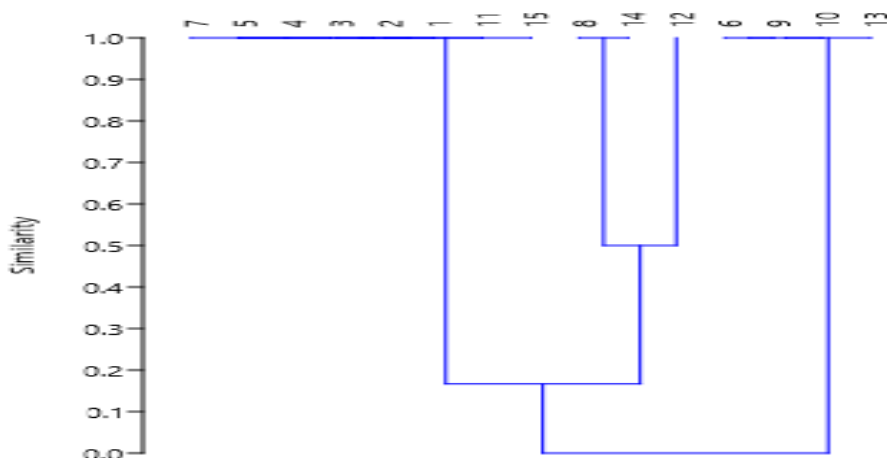


Figura 9. Análisis de similaridad de Jaccard

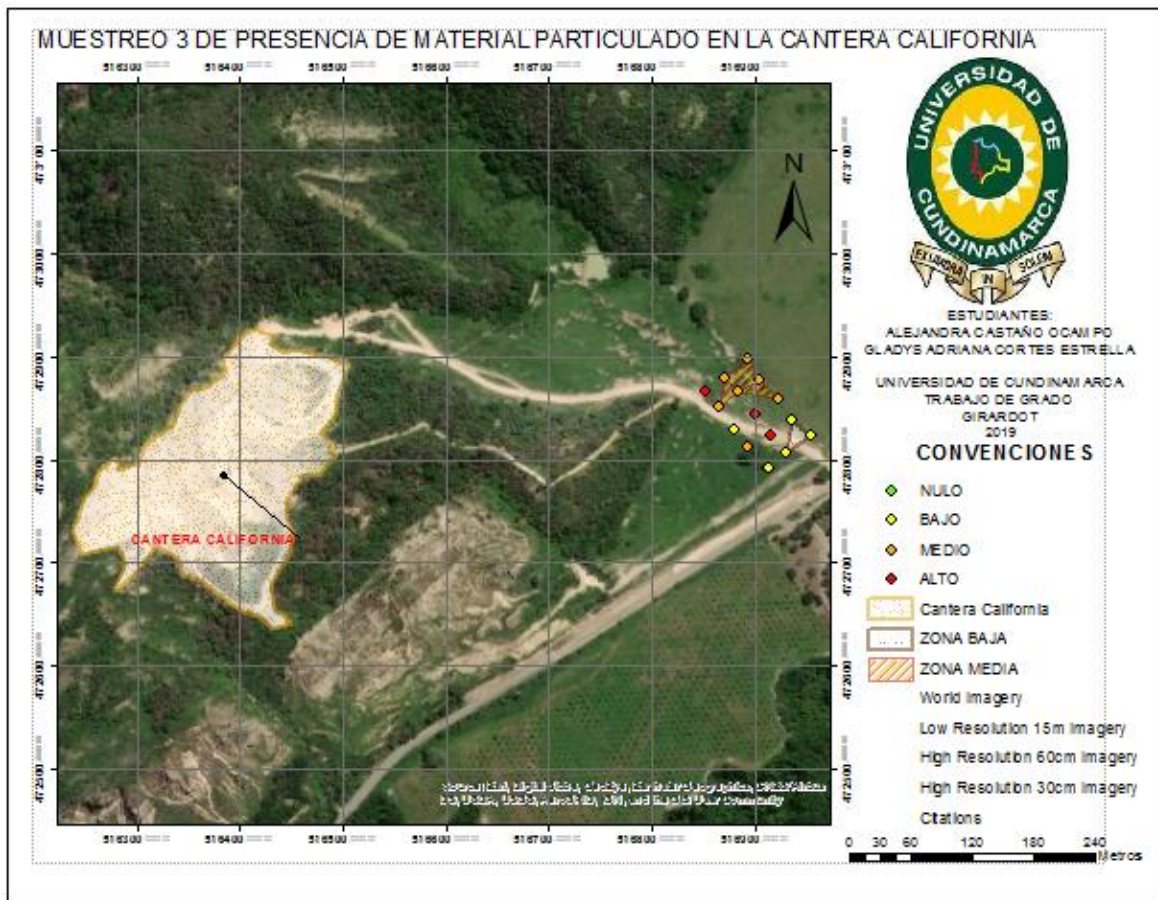


Figura 10. Muestreo 3

Fuente. Propia

Tabla 11. Punto Bajo de presencia de sílice en el muestro 3.

MUESTREO 3. COORDENADAS WGS 1984 UTM Zona 18			
PUNTO	CATEGORIA	ESTE	NORTE
1	BAJO	516955,126	472822,592
2	BAJO	516936,637	472837,317
10	BAJO	516931,124	472807,283
11	BAJO	516912,868	472791,654
13	BAJO	516883,877	472865,296

Fuente. Propia

En el muestreo 3 se evidencia de una disminución de la categoría baja con menor número de puntos formando un área de 318,2 m². Algunos puntos permanecen constantes durante los tres muestros, otros han presentado una variación o pérdida de la presencia de material particulado.

En la categoría media se evidencia un aumento en los puntos que presentan contenido de material particulado respecto al muestreo 2 abarcando un área de 1064,4 m².

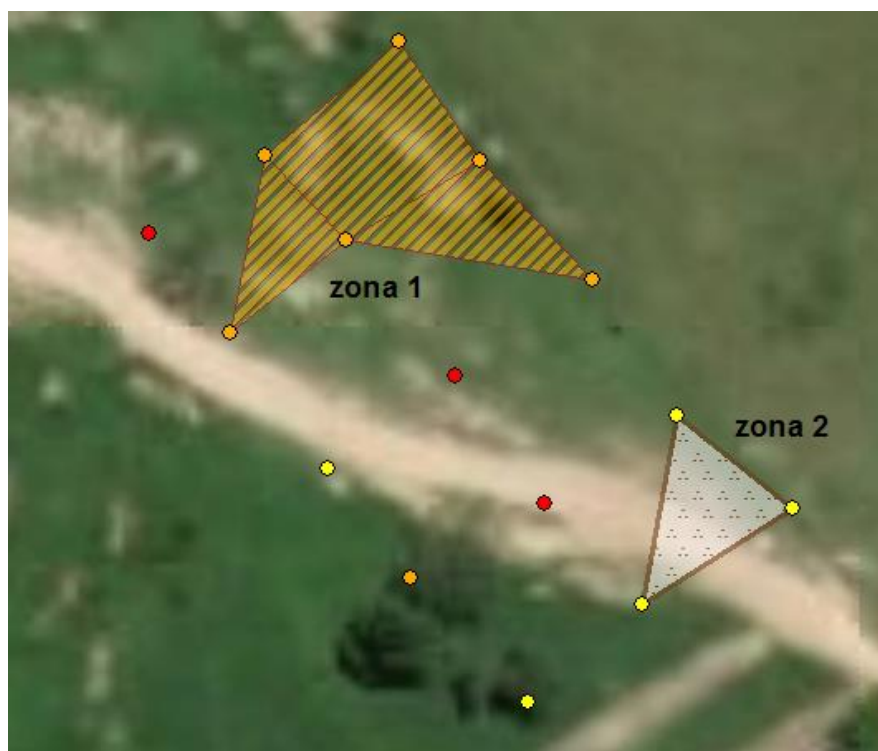


Figura 11. Zona 1 y 2 muestreo 3

Tabla 12. Punto Medio de presencia de sílice en el muestreo 3

MUESTREO 3. COORDENADAS WGS 1984 UTM Zona 18			
PUNTO	CATEGORIA	ESTE	NORTE
3	MEDIO	516923,13	472859,141
4	MEDIO	516905,295	472878,19
5	MEDIO	516892,353	472897,173
6	MEDIO	516870,763	472878,800
7	MEDIO	516883,877	472865,296
12	MEDIO	516894,016	472811,498
14	MEDIO	516865,243	472850,524

Fuente. Propia

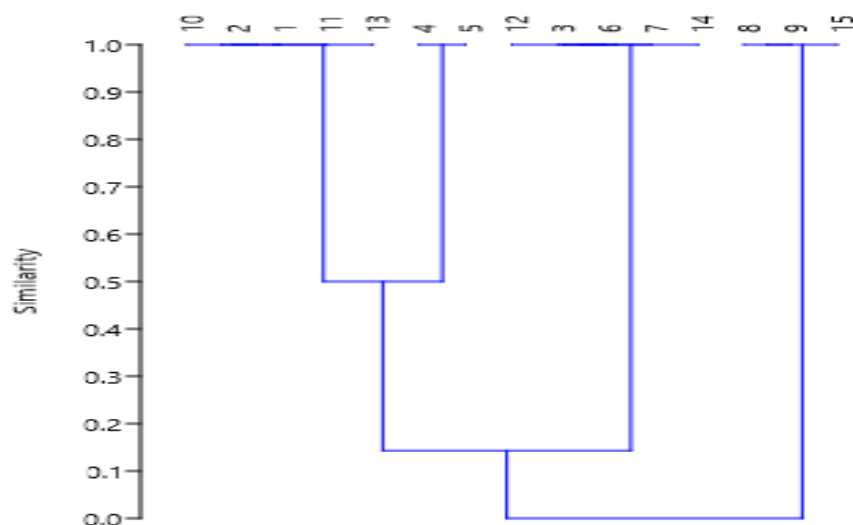
Tabla 13. Punto Alto de presencia de sílice en el muestro 3.

MUESTREO 3. COORDENADAS WGS 1984 UTM Zona 18			
PUNTO	CATEGORIA	ESTE	NORTE
8	ALTO	516901,22	472843,605
9	ALTO	516915,403	472823,272
15	ALTO	516852,344	472866,399

Fuente. Propia

En la categoría alta el punto 8, 9, 15 muestra similitud en la presencia de material particulado siendo el punto 8 constante y es el más representativo durante los tres muestreos, los puntos 9 y 15 aumentaron la presencia de material particulado respecto a los anteriores muestreos.

Los puntos 1, 2, 10, 11, 13 son de categoría baja y se observa una similitud con los puntos 4, 5 que son de categoría media baja. Para la categoría media los puntos 3, 6, 7, 12, 14 comparte la misma similitud de material particulado.

**Figura 12. Análisis de similitud de Jaccard**

Factores que afectaron resultados

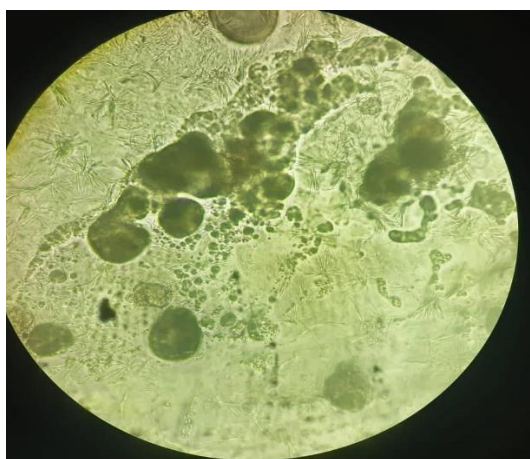
El clima fue uno de los factores que afecto la toma de las muestras por la presencia de días con lluvias inesperadas e irregulares durante el mes de mayo.

Las muestras se afectaron en horas de la mañana por la evapotranspiración del suelo y de las plantas por que las gotas de agua fueron adsorbidas por la vaselina de las muestras dificultando la observación de las trazas de sílice en el microscopio.

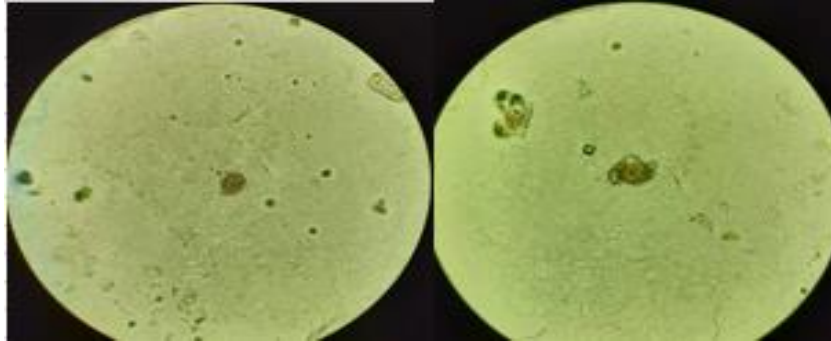
Evidencia de presencia o ausencia de material particulado

Para evidenciar la presencia o ausencia de material particulado con trazas de arena que contengan sílice en las muestras de la porta objetos que se analizaron en el microscopio, se clasifico según los CATEGORIAS de Alto (rojo), Medio (naranja), Bajo (amarillo) y Nulo (verde) de presencia de trazas de sílice en las muestras que se representan a continuación.

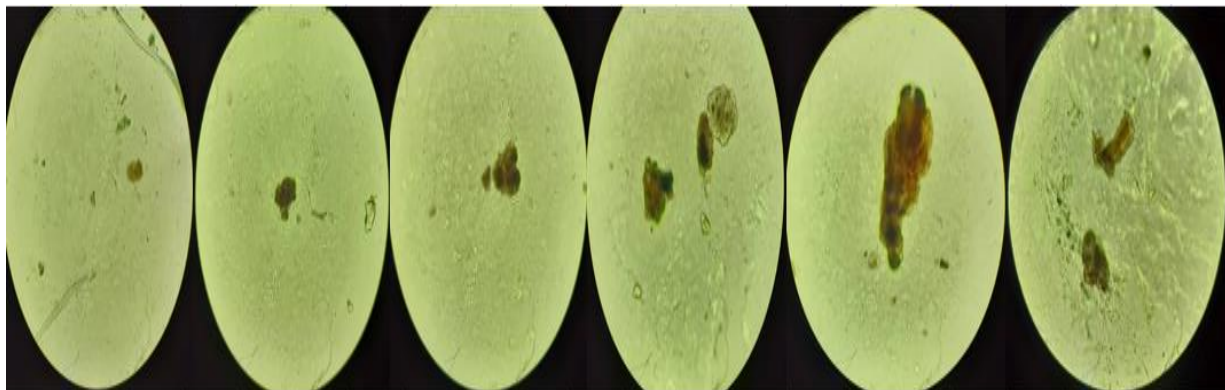
Categoría Nula: las muestras que no presentaron evidencia del material particulado con trazas de arena que contienen sílice.



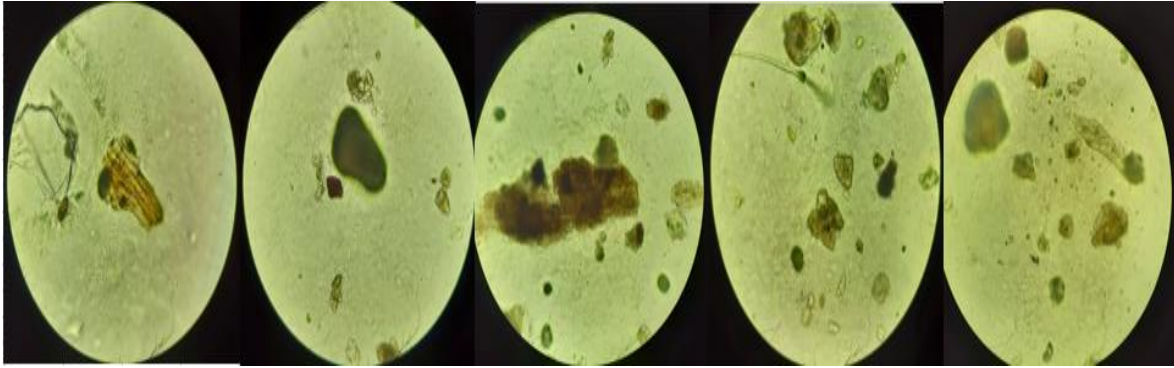
Categoría Baja: las muestras que presentaron evidencia de material particulado con trazas de arena que contienen de 1 a 3 trazas de sílice.



Categoría Media: las muestras que presentaron evidencia de material particulado con trazas de arena que contienen < 3 hasta 6 trazas de sílice.



Categoría Alta: las muestras que presentaron evidencia de material particulado con trazas de arena que contienen mayor a 6 de trazas de sílice.



En las imágenes se puede evidenciar la presencia de trazas de arena que contienen sílice que se ven de color amarillo, los otros puntos que se observan son de color verde oscuro son esporas de las plantas que se encuentran cercanas a los puntos de muestreos.

Tabla 14. Matriz causa-efecto tipo Conesa de valoración de impactos ambientales aplicados en flora, fauna y ser humano

IMPACTO	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTACI A
Retardar el crecimiento de las plantas por oclusión de los estomas	-	4	1	2	4	2	4	4	4	4	2	40
Disminuir la calidad y cantidad de cultivos	-	2	2	2	2	2	4	4	4	4	2	34
Alteración del aspecto de vegetales y frutas	-	2	2	2	2	2	4	4	4	4	2	34
Perturbaciones por material particulado	-	4	2	2	2	2	4	4	4	4	2	40
Sedimentación del polvo sobre el suelo que afecta negativamente las plantas	-	4	2	1	4	4	4	4	4	4	4	45
Aumento en la presencia de enfermedad respiratoria en el ser humano	-	4	1	2	4	4	4	4	4	2	4	42
Disminución de la capacidad respiratoria del ser humano	-	2	1	2	2	2	2	1	4	2	2	25
Presencia de alergias respiratorias que generan expectoración en el ser humano	-	4	2	4	2	1	4	1	4	1	1	34
Afectación por la aparición de enfermedades irreversibles como neumoconiosis en el ser humano	-	8	1	1	4	4	4	4	4	1	8	56
Reducción en la capacidad visual y presencia de enfermedad ocular en el ser humano	-	4	4	4	2	2	2	1	1	2	2	36
Aumento en la presencia de enfermedad respiratoria en animales	-	4	1	2	4	4	4	4	4	2	4	42
Disminución de la capacidad respiratoria en animales	-	2	1	2	4	2	4	4	4	2	2	32
Presencia de alergias respiratorias que generan expectoración en animales	-	4	2	4	2	1	4	1	4	1	1	34
Afectación por la aparición de enfermedades irreversibles como neumoconiosis en animales	-	8	2	2	4	4	4	4	4	4	8	62
Reducción en la capacidad visual y presencia de enfermedad ocular en animales	-	4	4	4	2	2	2	1	1	2	2	36

Fuente. Propia

Análisis de la matriz Conesa fauna y ser humano

En la afectación al ser humano y a los animales por la aparición de enfermedades como la neumoconiosis se determina que es un signo negativo por ser un impacto perjudicial debido a las consecuencias que genera en la salud. El carácter de afectación sobre el ser humano y los animales muestra una intensidad de 8 (muy alta) debido al grado de afectación que pueden llegar a tener los trabajadores que están expuestos constantemente a las partículas suspendidas compuestas por sílice y que ya en algunos presenta afectaciones a la salud.

La extensión en que se puede presentar el impacto con relación al entorno es una calificación de 1 (puntual) por que el material particulado generado por la explotación de la cantera no se extiende en un rango muy amplio posiblemente por la presencia de un bosque natural que se mantiene alrededor de ella.

El momento se determinó con puntaje 1 (largo plazo) por ser la neumoconiosis una enfermedad causada por la acumulación de partículas de sílice dentro de las cavidades pulmonares y que presentan efectos a largo plazo luego de una exposición prolongada al material muy fino, con una persistencia de 4 (permanente) por ser un efecto incurable y luego que se presenta la enfermedad solo se puede hacer tratamiento para sobrellevar la enfermedad por esto también se calificó como (irreversible) puntaje 4, ya que no es posible recuperar la salud una vez la exposición prolongada ha tenido su efecto produciendo enfermedad pulmonar sobre el ser humano o animal.

La Sinergia se calificó como 4 (muy sinérgico), debido a que el impacto generado por el material particulado, afecta directamente la salud del ser humano, cuando es de forma prolongada y con una acumulación de 4 (acumulativo) por ser un efecto progresivo a través del

tiempo y que se presenta de manera progresiva con deterioro de la salud hasta llegar a la muerte por la formación de quistes en los pulmones.

Muestra un efecto con calificación de 4 (directo) donde a mayor exposición al material en suspensión y por un tiempo prolongado, mayor será la probabilidad de presentar enfermedad pulmonar o neumoconiosis Y con una periodicidad de 4 (continuo) debido a la exposición constante que muestran los trabajadores por ser solo 10 empleados siempre son los mismos que desarrollan cada actividad, es decir no hay rotación de turnos si no que la exposición es constante.

Con una recuperabilidad de 8 (irrecuperable), cuando ya se ha presentado la enfermedad, pero si es posible evitarla por medio de la utilización de elementos protectores como caretas con filtro.

Tabla 15. Ficha de Manejo Ambiental

RECURSO FAUNA Y SER HUMANO	
Afectación por la aparición de enfermedades irreversibles como neumoconiosis en animales	
TIPO DE IMPACTO	Severo
TIPO DE MEDIDA	Mitigación, Prevención
LOCALIZACION	Vía Girardot-Nariño Km 2, 4°27'82'' N, -74°85'18'' W.
OBJETIVO	Disminuir los efectos producidos a la salud humana y animal por la exposición prolongada al material particulado.
METAS	Evitar la presencia de enfermedad cardiovascular y pulmonar en el ser humano y en animales.
DESCRIPCION TECNICA	Para evitar la aparición de enfermedades cardio-pulmonares en el ser humano es necesario seguir la norma de salud y seguridad en el trabajo OSHAS 18001 para permitir el control de los riesgos generados en la operación de la mina y en animales es necesario realizar barreras rompe vientos, hacer riego en la cantera y vías de acceso para disminuir la producción de partículas en suspensión.
ACTIVIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de elementos de protección personal como tapabocas. • Riego con agua a la roca excavada para disminuir las partículas suspendidas durante la excavación. • Riego de la vía de acceso a la cantera o si es posible pavimentación de las mismas para disminuir el material particulado. • Siembra de barreras vivas que impiden la dispersión de material.
RESPONSABLE	Profesional en Salud Ocupacional

RECURSO FLORA	
Retardar el crecimiento de las plantas por oclusión de los estomas	
TIPO DE IMPACTO	Moderado
TIPO DE MEDIDA	Mitigación, Prevención
LOCALIZACION	Vía Girardot-Nariño Km 2, 4°27'82'' N, -74°85'18'' W.
OBJETIVO	Disminuir los efectos causados a la flora en el área de influencia de la cantera, por la emisión de material particulado.
METAS	Disminuir el índice de afectación a la vegetación circundante a la cantera.
DESCRIPCION TECNICA	Para evitar el retraso en el crecimiento por la disminución de la capacidad fotosintética y la enfermedad en las plantas por la oclusión de los estomas, es necesario tomar medidas como el riego de agua sobre la piedra excavada para disminuir la polución; de la misma manera en las vías de acceso a la mina, también se puede implementar una cerca viva que retenga el material particulado para disminuir la afectación a los cultivos y vegetación nativa y la colocación de una barrera artificial o lona para aislar la mina.
ACTIVIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de lona para aislar la mina • Riego con agua a la roca excavada para disminuir las partículas suspendidas durante la excavación. • Riego de la vía de acceso a la cantera o si es posible pavimentación de las mismas para disminuir el material particulado. • Siembra de barreras vivas que impiden la dispersión de material.
RESPONSABLE	Profesional en ingeniería forestal

Análisis de la matriz Conesa flora

Al retardarse el crecimiento de las plantas por la oclusión de los estomas se presenta un impacto negativo (-), con una intensidad 4 (alta), debido a que el material particulado afecta a la vegetación más próxima al foco de emisión y en menor grado a la que se encuentra en la zona de influencia, aunque el daño no es tan significativo porque en la extensión, obtuvo un valor de 1 (puntual), porque la dispersión no abarca toda el área de influencia debido a la presencia de una barrera natural conformada por un bosque natural que en este caso actúa como barrera, pero si afecta a dicho bosque que se encuentra muy próximo al foco de emisión.

La afectación sobre las plantas muestra un momento de 2 debido a que los efectos se presentan a (mediano plazo,) cuando se genere una exposición prolongada y el material particulado se ha ido acumulando en las hojas taponando los estomas y dificultando la fotosíntesis. (claudia Egas, 2018)

Con una persistencia de 4 (permanente) porque una vez se presentado el taponamiento de las estomas es difícil la recuperación de la planta; requiere la poda total de sus hojas y la implementación de mecanismos de mejora, que eviten la dispersión del material particulado para que no se vuelvan a afectar las plantas.

La reversibilidad de 2 (mediano plazo), para las plantas afectadas las cuales se pueden tratar con medidas de poda y aislamiento de la mina. La sinergia de 4 (alta), por ser el material particulado de gran influencia para la afectación y con una periodicidad de 4 (continua), debido a la operación constante de la mina y el efecto de 4 (directo), porque muestra que, a mayor exposición al material suspendido, mayor será la afectación a las plantas por la alta acumulación

de este material en sus estomas, con una recuperabilidad de 2 a (mediano plazo), luego de haber elaborado e implementado planes de mejora.

RECURSO FLORA	
Sedimentación del polvo sobre el suelo, que afecta negativamente las plantas	
TIPO DE IMPACTO	Moderado
TIPO DE MEDIDA	Mitigación, Prevención
LOCALIZACION	Vía Girardot-Nariño Km 2, 4°27'82'' N, -74°85'18'' W.
OBJETIVO	Disminuir los efectos producidos sobre el suelo que pueden llegar a afectar la vegetación
METAS	Evitar la afectación en la composición química del suelo para que no se afecte la vegetación.
DESCRIPCION TECNICA	Para evitar la afectación al suelo por la sedimentación de partículas es necesario realizar un aislamiento de la mina con lonas y realizar riego constante con agua para disminuir la cantidad de material suspendido que se pueda sedimentar en el suelo cuando llueve, afectando la química del suelo y cambiando sus propiedades físicas.
ACTIVIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Riego con agua a la roca excavada para disminuir las partículas suspendidas durante la excavación. • Riego de la vía de acceso a la cantera o si es posible pavimentación de las mismas para disminuir el material particulado. • Siembra de barreras vivas que impiden la dispersión de material o cerramiento con lonas.
RESPONSABLE	Profesional en edafología

Análisis de la matriz Conesa flora

La Sedimentación del polvo sobre el suelo, que afecta negativamente las plantas es un impacto con naturaleza (negativa), la intensidad 4 es (alta) porque el material particulado que se encuentra suspendido en el aire puede llegar al suelo por las precipitaciones provocando el cambio en la composición del suelo y sedimentándose en el humus o capa orgánica afectándolo.

La exposición de 2 (parcial), muestra que el daño causado por este material particulado no afecta a grandes distancias, el daño es observado en la zona más cercana a la mina, el momento de 1 indica que la afectación se observa (largo Plazo) porque este impacto debe ser acumulativo por tiempo prolongado para que sea evidente.

La persistencia es de 4 (permanente), cuando se ha realizado la operación de la mina sin ninguna barrera de aislamiento por tiempo prolongado, este material es sedimentado en el suelo de manera permanente alterando la física y la química del suelo por acción de la precipitación.

La reversibilidad de 4 (irreversible) porque una vez el material se ha sedimentado cambia la composición del suelo y es difícil su recuperación natural y la sinergia de 4 (muy sinérgico) debido a la presencia del material particulado y la sedimentación de este en el suelo afectación es muy alta.

Este material suspendido es acumulativo con una calificación de 4 por tener una naturaleza progresiva a través del tiempo el material es sedimentado en el suelo formando nuevos estratos en el perfil edáfico.

El efecto con calificación de 4 (directo) quiere decir que la extracción minera que provoca la generación de partículas en suspensión afecta directamente al suelo, cambiando su composición

química y alterando los factores físicos como un efecto adverso con calificación 4 (Directo) y una periodicidad de 4 (continuo), porque estas afectaciones se presentan de manera constante cuando la mina se encuentra en explotación y muestra una recuperabilidad de 4 (recuperable o compensable), porque es un impacto que puede ser manejado con barreras protectoras y riego en la excavación y transporte.

RECURSO FAUNA Y SER HUMANO	
Aumento en la presencia de enfermedad respiratoria en el ser humano y en animales	
TIPO DE IMPACTO	Moderado
TIPO DE MEDIDA	Mitigación, Prevención
LOCALIZACION	Vía Girardot-Nariño Km 2, 4°27'82'' N, -74°85'18'' W.
OBJETIVO	Analizar el riesgo de enfermedad ocupacional que tienen los trabajadores de la mina y la fauna que se encuentra en el área de influencia.
METAS	Disminuir la probabilidad de adquirir una enfermedad pulmonar por la presencia del material particulado en el ambiente del área de influencia.
DESCRIPCION TECNICA	Para evitar la afectación al ser humano y a la fauna cercana al proyecto, se debe implementar un plan de seguridad y salud en el trabajo para disminuir la enfermedad pulmonar ocupacional, causada por respirar aire contaminado cargado de sílice; el cual es responsable de enfermedades como la silicosis, neumoconiosis y asma y para proteger la fauna se debe hacer una barrera que aislé la zona de excavación de manera artificial o natural y/o las dos.
ACTIVIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Riego con agua a la roca excavada para disminuir las partículas suspendidas durante la excavación. • Riego de la vía de acceso a la cantera o si es posible pavimentación de las mismas para disminuir el material particulado.

	<ul style="list-style-type: none"> • Siembra de barreras vivas que impiden la dispersión de material o cerramiento con lonas. • Campañas educativas de seguridad en el trabajo • Colocación de cerramiento en lona para aislar la zona de excavación
RESPONSABLE	Profesional en salud ocupacional

Análisis de la matriz Conesa fauna y ser humano

En el aumento en la presencia de enfermedad respiratoria en el ser humano y en las plantas se presenta un impacto de naturaleza (negativa), y con una intensidad de 4 (alta) debido a que el grado de afectación a la salud que se puede presentar es alto, entre las enfermedades que se pueden presentar se encuentran la neumoconiosis, la silicosis el asma, con una extensión de 1 (puntual), según los muestreos realizados la expansión del material particulado no se dispersa a gran distancia por la presencia de un bosque natural que protege y hace que no se propague el material.

El momento de 2 indica que el efecto se manifiesta a (mediano plazo), cuando las partículas llevan un tiempo prolongado en el ambiente respirado por el ser humano o animal generando esta aculación de partículas muy finas cargadas de silicio en los pulmones hasta el punto de formar quistes que en ocasiones producen la muerte.

Para el año 2000, según el estudio de carga global de enfermedad respiratoria no maligna debida a exposición ocupacional a material particulado (Driscoll *et al*, 2005) se calcula que la neumoconiosis derivada de la exposición a sílice, asbestos y polvo de carbón ocasiona 30.000

muerres y 1.240.000 años de vida saludables perdidos (AVAD), siendo la antracosis la enfermedad que más contribuye con las muertes totales. (Ministerio de protección social, 2006).

La persistencia de 4 (permanente), indica que la exposición a este material particulado genera efectos que permanecen en el ser humano y animal por acumulación y enquistamiento de partículas dentro de las cavidades respiratorias causantes de enfermedad y muerte, siendo por este motivo (irreversible) con calificación de 4 y (muy sinérgico) también con calificación de 4 por estar directamente asociado el tiempo prolongado de exposición al material particulado y el riesgo de enfermedad pulmonar por esto es (acumulativo) con calificación de 4.

El efecto es de 4 (directo), por ser la exposición al material particulado la causa principal de enfermedad pulmonar y de muerte, cuando hay una periodicidad de 4 (continuo) porque los trabajadores están expuestos en la totalidad de la jornada diaria ya que no hay turnos y el número de trabajadores es de 10.

Este impacto presenta una recuperabilidad de 4 lo que indica que es (mitigable o compensable), mediante la colocación de barreras que impidan la propagación del material para que no afecte los seres vivos circundantes y para disminuir los efectos sobre los trabajadores implementar elementos de cuidado como caretas con filtro.

Se puede utilizar la guía de atención integral basada en la evidencia, es decir una guía sobre la toma de decisiones que se les ofrece a los profesionales que tienen relación con la salud de los trabajadores sobre acciones específicas en individuo, agente y ambiente. Dichas acciones pueden ser de promoción de salud (Ej., educación, hábitos de vida saludable), prevención primaria (Ej., detección y modificación de factores de riesgo y otras medidas preventivas), prevención secundaria (Ej., tamizaje y búsqueda de casos, realización de consultas clínicas de evaluación y

mantenimiento de la salud, diagnóstico e iniciación precoz de tratamiento), prevención terciaria (Ej.: determinación y modificación de factores pronóstico, rehabilitación). (Ministerio de protección Social, 2006).

Análisis estadístico de las encuestas

La encuesta se diseñó con el fin de determinar el estado actual en la salud de los trabajadores e identificar las afectaciones que pueden estar presentando por la exposición constante al material particulado cargado de sílice.

Se utilizó una muestra de 10 encuestas porque son el número de empleados que laboran dentro de la cantera obteniendo como resultado:

Tabla 16. Análisis estadístico de las encuestas

Nº Pregunta	1	2	3	4	5
SI	4	1	1	0	
NO	6	9	9	10	4
SI ACTUALMENTE	-	-	-	-	4
SI ANTERIORMENTE	-	-	-	-	2

Fuente: Propia

Análisis de datos

1. ¿Ha tenido una infección respiratoria severa (influenza/gripe, neumonía, resfriado severo o bronquitis) en las últimas tres semanas?

Tabla 17. Análisis de Datos

Xi	Ni	Hi	Ni	Hi
Si	4	0.4	4	0.4
No	6	0.6	10	1
	$\Sigma= 10$			

Xi	Ni	hi	%
SI	4	0,4	40
NO	6	0,6	60
TOTAL	10		

Fuente: Propia

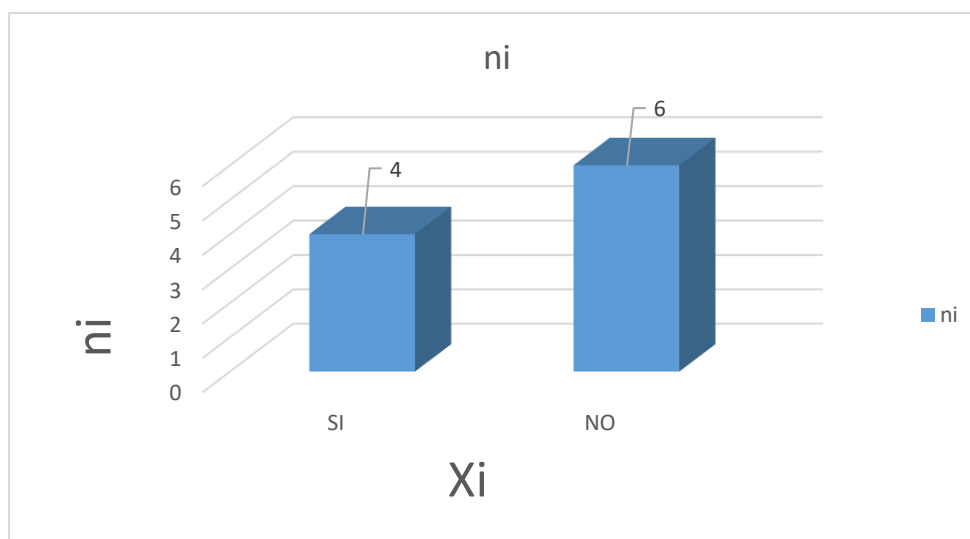


Figura 13. Ha tenido infección respiratoria severa



Figura 14. % de trabajadores que han presentado enfermedad respiratoria

- ✓ El 40% de los encuestados respondieron que “si” habían tenido una infección respiratoria severa (influenza/gripe, neumonía, resfriado severo o bronquitis) en las últimas tres semanas.
 - ✓ El 60 % de los encuestados respondieron que “no” habían tenido una infección respiratoria severa (influenza/gripe, neumonía, resfriado severo o bronquitis) en las últimas tres semanas.
2. ¿Ha tenido una infección de oído o le han dolido los oídos en las últimas tres semanas?

Tabla 18. Ha tenido infección de oído o le han dolido los oídos

Xi	ni	Hi	Ni	Hi
Si	1	0.1	1	0.1
No	9	0.9	10	1
	Σ=10			

Xi	ni	hi	%
SI	1	0,1	10
NO	9	0,9	90
TOTAL	10		

Fuente: Propia

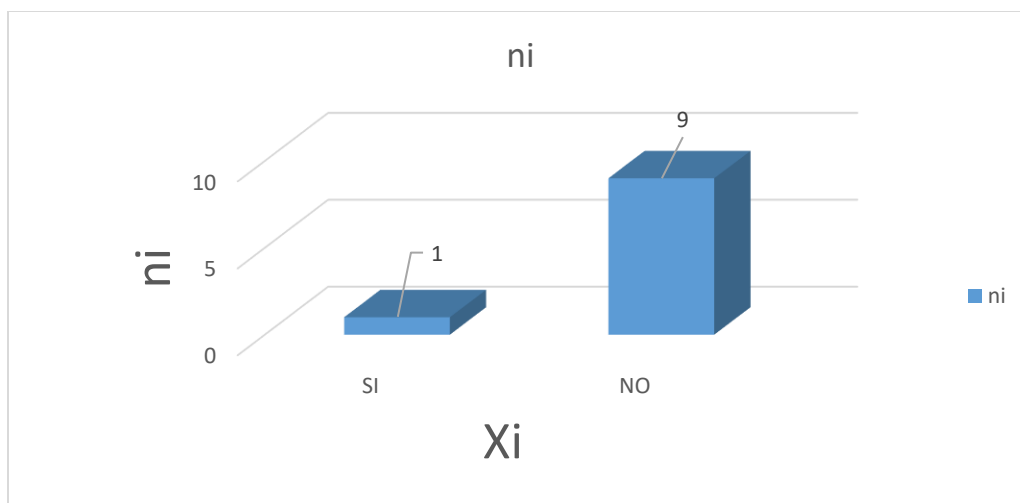


Figura 15. Ha tenido infección de oído o le han dolido los oídos

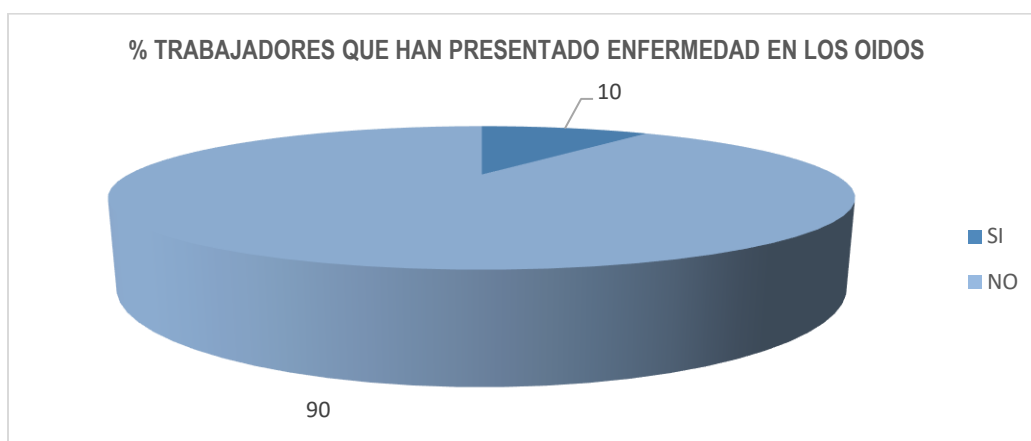


Figura 16. Trabajadores que han presentado enfermedad en los oídos

✓ El 10 % de los encuestados respondieron que “si” habían tenido una infección o dolor en el oído.

✓ El 90 % de los encuestados respondieron que “no” habían tenido una infección o dolor en el oído.

3. ¿Ha tenido que acudir al médico sin cita previa o a la sala de emergencia por asma en las últimas tres semanas?

Tabla 19. Ha tenido que acudir al médico sin cita previa o a la sala de emergencia por asma en las últimas tres semanas

Xi	ni	hi	Ni	Hi
Si	1	0.1	1	0.1
No	9	0.9	10	1
	$\Sigma= 10$			

Xi	ni	hi	%
SI	1	0,1	10
NO	9	0,9	90
TOTAL	10		

Fuente: Propia

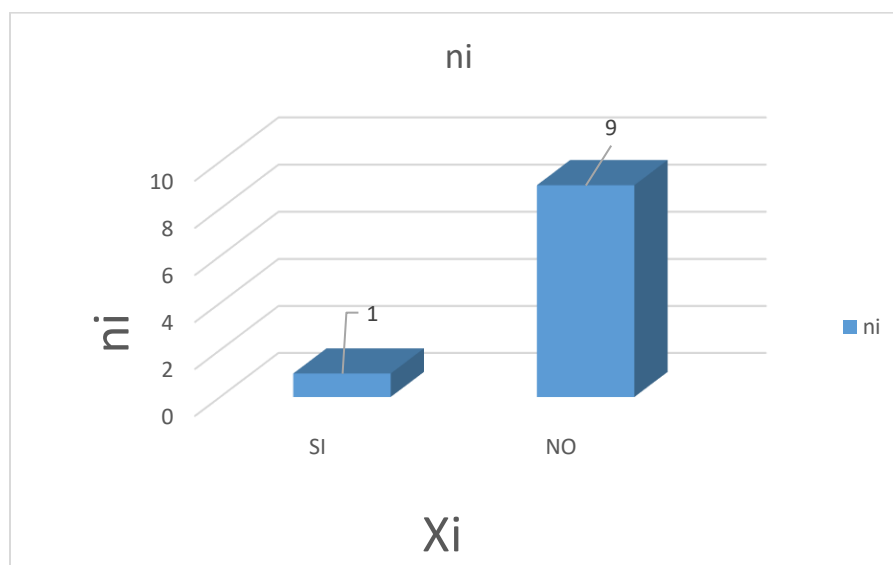


Figura 17. Ha tenido que acudir al médico sin cita previa o a la sala de emergencia por asma en las últimas tres semanas

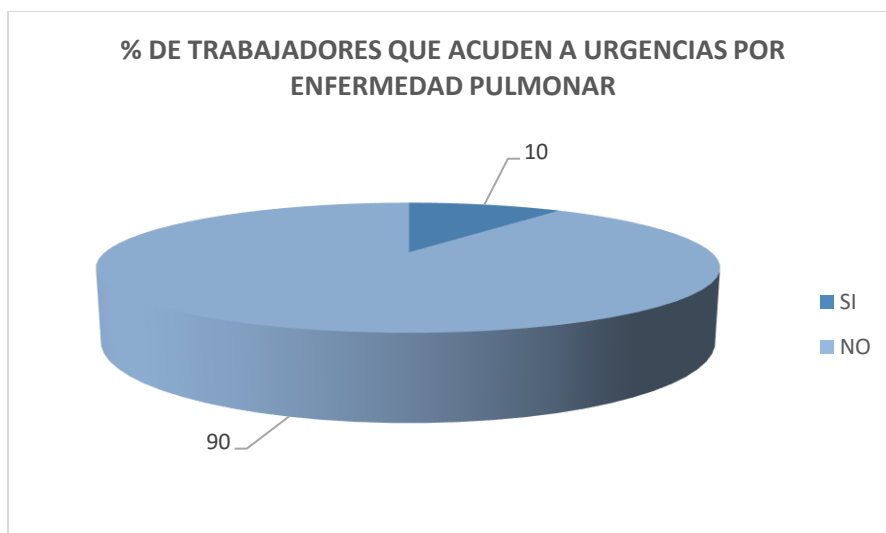


Figura 18. Trabajadores que acuden a urgencias por enfermedad pulmonar.

- ✓ El 10 % de los encuestados respondieron que “si” han acudido al servicio de urgencias médicas a causa de enfermedad pulmonar.
- ✓ El 90 % de los encuestados respondieron que “no” han acudido al servicio de urgencias médicas a causa de enfermedad pulmonar.

4. ¿Presenta algún dolor que se incrementa al respirar?

Tabla 20. Presenta algún dolor que se incrementa al respirar

Xi	ni	hi	Ni	Hi
Si	0	0	0	0
No	10	1	10	1
	Σ= 10			

Xi	ni	hi	%
SI	0	0	0
NO	10	1	100
TOTAL	10		

Fuente: Propia

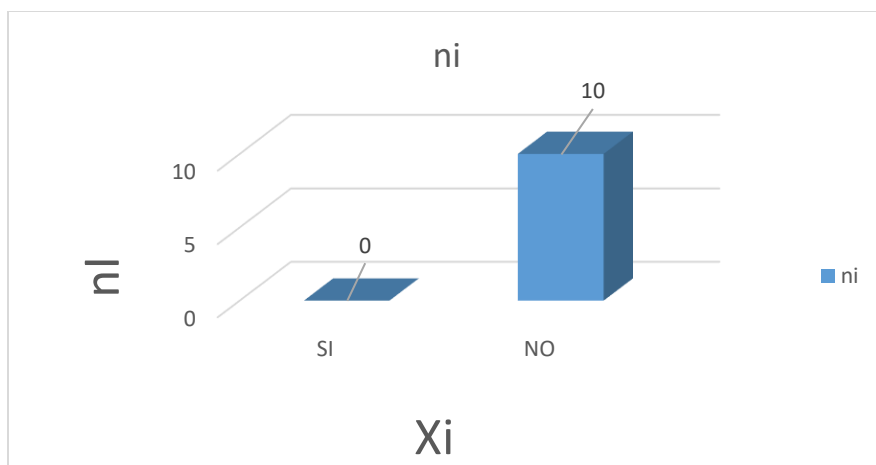


Figura 19. Presenta algún dolor que se incrementa al respirar.

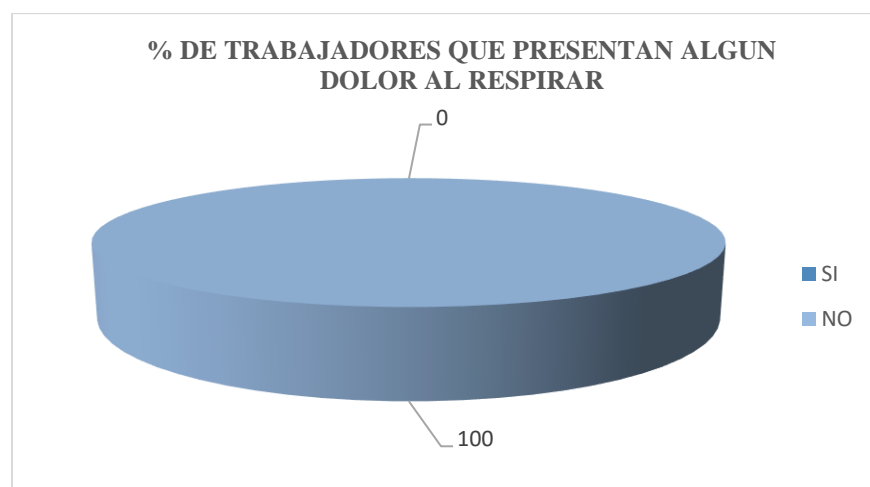


Figura 20. % de Trabajadores que presentan algún dolor al respirar

- ✓ El 0 % de los encuestados respondieron que “si” habían presentado algún dolor al respirar.
- ✓ El 100 % de los encuestados respondieron que “no” habían presentado algún dolor al respirar.

5. ¿Fuma Ud. Actualmente/ahora o ha fumado en el pasado? (marque solo una respuesta)

Tabla 21. Fuma Ud. Actualmente/ahora o ha fumado en el pasado.

Xi	ni	hi	Ni	Hi
Si actualmente	4	0.4	4	0.4
Si anteriormente	2	0.2	6	0.6
No	4	0.4	10	1
	$\Sigma= 10$			

Xi	ni	hi	%
SI ACTUALMENTE	4	0,4	40
SI ANTERIORMENTE	2	0,2	20
NO	4	0,4	40
TOTAL	10		

Fuente: Propia

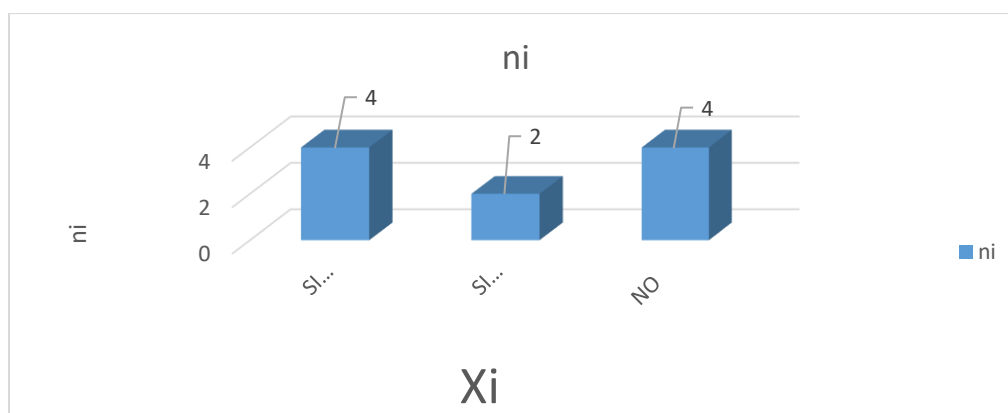


Figura 21. Fuma Ud. Actualmente/ahora o ha fumado en el pasado

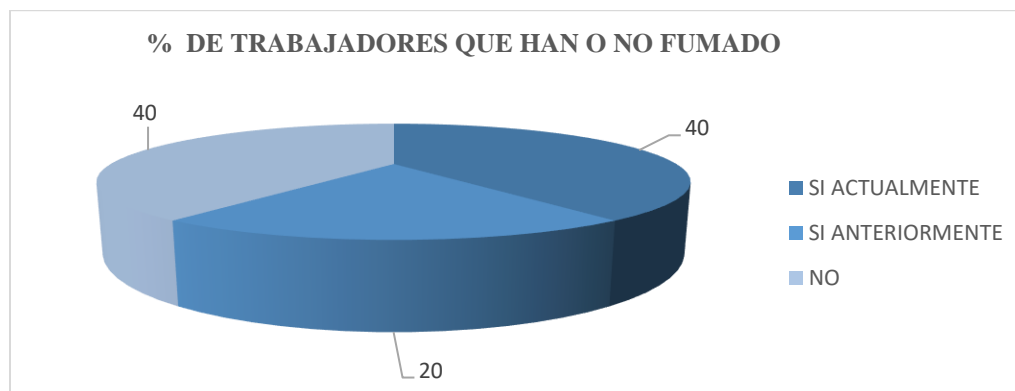


Figura 22. % de trabajadores que no han fumado

- ✓ El 40 % de los encuestados respondieron que “si” fuman actualmente.
- ✓ El 20 % de los encuestados respondieron que “si” fumaron anteriormente.
- ✓ El 40 % de los encuestados respondieron que “no” han fumado nunca.

7. NORMAS GATISO

Según la Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Neumoconiosis (Silicosis, Neumoconiosis del minero de carbón y Asbestosis) (GATI- NEUMO) brinda una serie de recomendaciones de protección y prevención de enfermedades respiratorias como los Neumoconiosis expuesta a la sílice.

FASE FUNCIONAL	RECOMENDACIONES
Identificación de peligros y evaluación de riesgos	En la evaluación del riesgo para la salud derivado de la exposición a la sílice, el polvo de carbón y los asbestos, se recomienda tener en cuenta la composición química del agente respectivo, la concentración en el aire y el tamaño y la forma de las partículas, así como las características propias de cada uno de ellos.
	Se recomienda tener en cuenta, entre otros, los siguientes factores: las condiciones del ambiente de trabajo (espacios abiertos o cerrados), sistemas de control instalados (ventilación industrial, humectación), concentración de las partículas en el aire respirable, tamaño de las partículas, porcentaje de formas geométricas de la sílice en el caso de polvos minerales y de carbón y duración de la exposición.
	Se recomiendan los siguientes métodos para la estimación de la concentración en el aire de polvos y fibras causantes de neumoconiosis. • Polvos de sílice libre: NIOSH – 7500 – Análisis por difracción de rayos X.
	Identificación de peligros y evaluación de riesgos Ante la existencia de diferentes criterios internacionales o valores límites permisibles, se sugiere que se aplique aquel

	<p>que mejor favorezca la salud del trabajador, para el caso los de la ACGIH vigentes. Los valores indicados deben ser revisados anualmente.</p>
	<p>Para ajustar los valores límites permisibles cuando las jornadas de trabajo son diferentes a las 8 horas día o 40 horas a la semana, se recomienda aplicar el modelo matemático Desarrollado por Bree & Scala, (1986), documentado en Patty's Industrial Hygiene. (Paustenbach 2000)</p>
<p>Intervenciones para el control de los factores de riesgo</p>	<p>Como estrategia para mantener vigilada la exposición de los trabajadores a polvos y aerosoles se recomienda: conformar grupos que tengan exposición similar (GES) o que desarrollen actividades laborales similares, aplicando las indicaciones que se dan en el diagrama de flujo 2 de este documento y los métodos y criterios de referencia estandarizados para la evaluación de los GES a los factores de riesgo.</p>
	<p>La periodicidad de las evaluaciones ambientales deberá ser definida con base en la concentración de los agentes encontradas en los lugares de trabajo.</p>
	<p>Se recomienda la aplicación de medidas de control técnico y administrativa como estrategias para el control de los riesgos de exposición a polvos y fibras en los sitios de trabajo. Para el caso de los polvos de sílice se recomienda sustituir la arena con alto contenido de sílice cristalina por perdigones metálicos, cáscara de nuez o de cereales y polvo de madera en las operaciones de limpieza abrasiva o sand blasting. El asbesto, utilizado comúnmente como aislante térmico e incombustible puede reemplazarse por otros materiales como fibra de vidrio y materiales sintéticos.</p>
	<p>La protección personal respiratoria solo debe utilizarse como medida provisional</p>
	<p>Mientras se establecen medidas de ingeniería en la fuente y en el medio. Se recomienda el uso de elementos de protección respiratoria que posean el etiquetado de aprobación NIOSH/MSHA en dicho elemento o demostrado por certificación escrita de estos organismos</p>

<p style="text-align: center;">Vigilancia de la SGC salud de los trabajadores</p>	<p>Se recomienda que todos aquellos trabajadores que vayan a desarrollar su actividad en ambientes donde exista riesgo de neumoconiosis, trabajadores activos que se encuentren en puestos de riesgo de neumoconiosis y trabajadores que hayan estado, en el pasado, expuestos a riesgo de neumoconiosis sean objeto de un programa de vigilancia médica</p>
	<p>La vigilancia de salud para los trabajadores a riesgo de neumoconiosis debería contener por lo menos los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación inicial (examen preocupacional) • Valoraciones periódicas de acuerdo a tiempo y grado de exposición y a la presencia de síntomas especialmente la disnea (evaluaciones de seguimiento). • Valoración clínica y tuberculina cada año de labores en expuestos a sílice. o Evaluación final cuando el paciente se retira del sitio de trabajo. (Evaluación postocupacional) • Adicionalmente, deben incluirse las medidas antitabaquicas en los programas debido a la evidencia del desarrollo de EPOC en los trabajadores expuestos
	<p>En la evaluación de un trabajador a riesgo de neumoconiosis, o con enfermedad establecida, se deben reconocer factores individuales de riesgo tales como el tabaquismo o la enfermedad respiratoria previa. Una vez detectados, se deben tomar las medidas necesarias para su erradicación o control. No hay evidencia suficiente que permita recomendar evaluación genética en el tamizaje, diagnóstico o como determinante pronóstico en neumoconiosis.</p>
<p style="text-align: center;">Diagnóstico</p>	<p>Los criterios para la confirmación del diagnóstico son • Historia bien documentada de exposición a asbesto, sílice o polvo de carbón. • Rayos X de tórax alteraciones compatibles con asbestosis, silicosis o neumoconiosis de los mineros del carbón, utilizando la técnica ILO o un TCAR que muestre cambios fibróticos intersticiales difusos</p>

	<p>Cuando los hallazgos radiológicos no son claros, se requiere de ayudas complementarias como TAC o TACAR (Tomografía computarizada de alta resolución) Se indican pruebas de función pulmonar como capacidad de difusión de monóxido de carbono (DCO), test de ejercicio, elasticidad pulmonar y pruebas funcionales de pequeñas vías aéreas cuando se el proceso diagnostico lo requiere.</p>
Tratamiento	<p>La actividad más importante en el manejo de un trabajador con neumoconiosis es suspender la exposición. Las demás opciones terapéuticas son de manejo de los especialistas y no difieren de las opciones dadas para las otras fibrosis pulmonares, y son principalmente paliativas. Otra actividad de manejo es la vacunación anual contra la influenza, con el fin de prevenir complicaciones propias de la enfermedad pulmonar crónica. Si se diagnóstica silico-tuberculosis se recomienda realizar el manejo farmacológico antituberculoso convencional</p>
Rehabilitación	<p>Según el Comité conjunto American Thoracic Society – European Respiratory Society (ATS-ERS), un programa de rehabilitación pulmonar es una intervención integral, multidisciplinaria basada en la evidencia para los pacientes con enfermedades respiratorias crónicas quienes son sintomáticos y tienen frecuentemente un deterioro en la realización de sus actividades diarias.</p>

Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Asma Ocupacional

FASE FUNCIONAL	RECOMENDACIONES
Identificación de peligros y evaluación de riesgos	Para la evaluación de la exposición de los trabajadores a los agentes asmogénicos, por vía dérmica, se recomienda, por la facilidad de aplicación, el modelo propuesto por el Instituto Nacional Francés para la investigación de la Seguridad (INRS por sus siglas en francés)
	Para determinar la concentración de los agentes asmogénicos contaminantes del aire, en los sitios de trabajo recomienda los métodos de muestreo personal activos que utilicen aparatos portátiles como bombas de diafragma y medios de recolección de muestras y las técnicas de análisis instrumental que ofrezcan los mayores niveles de precisión y exactitud, así como los que mejor respondan al control de las interferencias de otras sustancias químicas que pudiesen estar presentes y que, a su vez, permita detectar niveles acorde con los límites de cuantificación requeridos por el valor límite permisible. La metodología aplicada para la medición de los contaminantes biológicos en el aire está sujeta a la naturaleza de estos y del medio en el cual se desea cuantificar o identificar
	Se recomienda utilizar los valores límite permisibles establecidos por la ACGIH y realizar el ajuste correspondiente a la duración de la jornada de trabajo, utilizando la fórmula de brief scala. En el caso de agentes para los cuales se disponga de varios valores límite permisibles, TLV, PEL, REL, MAK, WEEL, se recomienda utilizar el límite que ofrezca mayor protección al trabajador, o sea, el límite de menor valor numérico. Para los agentes biológicos contaminantes del aire, la ACGIH no tiene valores límite de referencia para la comparación de resultados obtenidos por cuantificación y técnicas microscópicas.
	Si la exposición es simultánea a dos o más sustancias con efectos aditivos comprobados debe realizarse el utilizando la fórmula de mezclas
	Es recomendable establecer un plan de evaluación ceñido a las categorías de exposición a partir de una base previa, utilizando la escala combinada de rangos de exposición (AIHA 2006, Rock J., 1995).

Intervenciones para el control de los factores de riesgo	A todos aquellos trabajadores que se les diagnostique una rinitis ocupacional y se encuentren expuestos a agentes asmogénicos debe realizárseles una vigilancia más frecuente y deben evaluarse las condiciones ambientales para identificar medidas correctivas. Todos los programas de vigilancia médica deben incluir programas de comunicación de riesgo y consejo antitabáquico
Vigilancia de la SGC salud de los trabajadores	<p>Las variables que deben tenerse en cuenta para evaluar el riesgo de AO de un trabajador son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico de asma previa • Atopia • Historia de tabaquismo <p>Aunque estas variables no deben ser utilizadas para discriminar a los trabajadores sí deben tenerse en cuenta dentro de la vigilancia médica. No se recomienda utilizar la atopia como un predictor de AO ya que su valor predictivo positivo (VPP) es bajo.</p>
DIAGNÓSTICO	<p>Se recomienda considerar los criterios</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asma ocupacional. • Síndrome de disfunción reactiva de la vía aérea
	<p>Para confirmar el diagnóstico de AO se recomienda:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar la medición seriada de flujo pico (PEF) 2 semanas trabajando y 2 semanas fuera del trabajo, por lo menos 4 veces al día. • Adicionalmente, realizar cuantificación de los eosinófilos en esputo inducido con solución salina hipertónica para determinar un incremento durante el trabajo.
	<p>La interpretación del monitoreo del flujo pico se basa en la variabilidad diaria durante el tiempo en el trabajo comparándola con el tiempo fuera del trabajo. Se recomienda utilizar un programa de computador que se denomina OASYS 2, con un puntaje superior a 2.5. Para los eosinófilos en esputo se recomienda una variación mayor al 1% al comparar el tiempo en el trabajo y el tiempo fuera de este.</p>

	<p>Los test o pruebas diagnósticas complementarias que se recomienda utilizar para confirmar el diagnóstico de AO son: La prueba de broncoprovocación inespecífica luego de la jornada laboral y luego de un período fuera del trabajo mínimo de 8 días</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los test cutáneos de alergia y la medición de IGE específica, cuando están disponibles pueden ayudar al diagnóstico del agente causal. • La prueba de reto específica (SIC) es el patrón de oro para el diagnóstico definitivo, pero su disponibilidad es escasa. <hr/> <p>Se recomienda considerar dentro de los diagnósticos diferenciales del AO a las siguientes entidades clínicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asma agravada por el trabajo. • Bronquitis eosinofílica. • Bronquiolitis. • Neumonitis por hipersensibilidad. • Síndrome de disfunción de cuerdas vocales. • Síndrome de sensibilización química múltiple
<p>TRATAMIENTO</p>	<p>El manejo recomendado para los trabajadores con AO comprende los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si el caso se debe a un agente sensibilizante, lo más indicado es remover el agente causal. Si es necesario, se puede sustituir por otro agente no asociado con la producción de AO. Si no es posible la substitución, se deben aplicar los más estrictos controles de higiene ocupacional en el lugar de trabajo. Esto último es válido también para los casos de asma preexistente que se agrava en el trabajo. • Si el caso se relaciona con una exposición aguda a un agente irritante, lo más importante es prevenir exposiciones adicionales al agente.

	<ul style="list-style-type: none"> • En general, deben limitarse o eliminarse las exposiciones a irritantes, humo de tabaco y alérgenos ambientales asociados con la producción de asma. • En los casos leves, el afectado puede seguir laborando, pero sin olvidar el control higiénico del lugar de trabajo. En casos severos puede ser necesario el cambio de trabajo. Debe continuarse la vigilancia médica de estos pacientes. • El manejo farmacológico general del paciente con asma ocupacional es similar al manejo del paciente con asma común.
REHABILITACION	<p>Se recomienda incluir en un programa de rehabilitación pulmonar a todo trabajador a quien se clasifique como un caso de AO. Estos programas, según el Comité Conjunto American Thoracic Society/European Respiratory Society (ATS-ERS), constituyen una intervención integral, multidisciplinaria, que han demostrado tener impacto en la reducción de la disnea, incremento en el desempeño ante el ejercicio físico y mejoría de la calidad de vida. Debe ser parte integral del manejo clínico de todos los pacientes con deterioro respiratorio.</p> <p>Para evaluar el pronóstico se deben tener en cuenta los siguientes factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reactividad de la vía aérea de base. • Duración de la exposición antes del diagnóstico y el intervalo hasta la remoción. • Sensibilidad específica. Se debe tener en cuenta que el diagnóstico temprano es el mayor productor de buen pronóstico para el AO.

Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Cáncer de Pulmón relacionado con el Trabajo

FASE FUNCIONAL	RECOMENDACIONES
Identificación de peligros y evaluación de riesgos	Las actividades mínimas que deben realizarse para identificar la exposición a los agentes químicos causantes de cáncer pulmonar y las circunstancias de exposición de los trabajadores son: disponer de un inventario de agentes químicos utilizados o manufacturados, utilizar las diferentes fuentes de información como las MSDS y los registros de IARC principalmente, hacer un reconocimiento de las operaciones o procesos de producción, realizar el análisis de la fuerza laboral e identificar las medidas de control técnicas establecidas
	El método recomendado para evaluar cualitativamente la exposición aérea a los agentes carcinógenos pulmonares, valorar subjetivamente el riesgo por su potencial exposición y establecer las medidas necesarias para el control de la operación específica, es el “International Chemical Control Toolkit” o “Caja de Herramientas de Control Químico” de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).
	Para la evaluación cualitativa de la exposición vía dérmica a los agentes químicos causantes de cáncer pulmonar se recomienda, por su sencillez, el modelo propuesto por el Instituto Nacional Francés para la Investigación de la Seguridad (INRS por sus siglas en francés), el cual considera los siguientes aspectos: a) Grado de severidad de la sustancia con relación a su potencial de efecto tóxico, b) Parte del cuerpo en contacto con la sustancia y c) Tiempo de la exposición
	Para el muestreo y análisis de los agentes se recomiendan los métodos de muestreo personal activos que utilicen aparatos portátiles como bombas de diafragma y medios de recolección de muestras y las técnicas de análisis instrumental que ofrezcan los mayores niveles de precisión y exactitud, así como los que mejor respondan al control de las interferencias de otras sustancias químicas que pudiesen estar presentes y que a su vez,

	<p>permita detectar niveles acordes con los límites de cuantificación requeridos por el valor límite permisible.</p>
	<p>Se recomienda aplicar los valores publicados anualmente por ACGIH en el texto de los TLVs and BEIs (por sus siglas en inglés). El criterio de uso de los valores límite permisible para los agentes químicos causantes de cáncer pulmonar se establece bajo la premisa de que la sola presencia o identificación de la sustancia y la potencial exposición del trabajador requieren una intervención inmediata al margen del valor límite aceptado como referencia.</p>
	<p>Para aplicar los valores límites permisibles o VLP para los agentes carcinógenos, se recomienda el uso de la escala combinada de rangos de exposición (AIHA, 2006, Rock J, 1995), para establecer los criterios de acción tendientes hacia el control de la exposición de dichos agentes. La evaluación ambiental y biológica de la exposición ocupacional a estos agentes carcinógenos debe hacerse de manera permanente o continua.</p>
<p>Intervenciones para el control de los factores de riesgo</p>	<p>Para mantener vigilada la exposición de los trabajadores a los agentes carcinógenos y validar los resultados de la evaluación de exposición se recomienda utilizar la estrategia de Grupos de Exposición Similar (GES).</p>
	<p>Como medidas de control para eliminar o reducir la exposición a los agentes carcinógenos pulmonares se recomienda en primera instancia la sustitución o eliminación, seguido del diseño e instalación de procesos cerrados o automatizados, sistemas de ventilación localizada, entre otras.</p>
	<p>Las acciones recomendadas en el receptor o los trabajadores expuestos son: reducción del tiempo de exposición, dotación uso y mantenimiento de EPP, y programas educativos permanentes. Establecer un programa de educación permanente dirigido a los directivos y trabajadores expuestos a agentes carcinógenos pulmonares en concordancia con las políticas de gestión de los riesgos químicos para la protección de la salud y prevención de enfermedades</p>

<p>Vigilancia de la SGC salud de los trabajadores</p>	<p>Se recomienda incluir en los programas de vigilancia médica a todos los trabajadores que se encuentren expuestos a sustancias carcinógenas pulmonares en el lugar de trabajo con base en los listados de la IARC.</p>
	<p>Los factores individuales que se asocian con un incremento en el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón son el tabaquismo y la presencia de enfermedad pulmonar obstructiva crónica o de compromiso de la función pulmonar</p>
	<p>Los exámenes de tamizaje para cáncer de pulmón, en las personas de bajo riesgo y en aquellos considerados de alto riesgo (fumadores, etc.) no tienen utilidad en el seguimiento de personas sanas. En los trabajadores a quienes se realiza monitoreo biológico o seguimiento por exposición a los agentes que se han asociado con cáncer de pulmón, pero en donde el monitoreo o seguimiento se realiza para detectar o controlar otros efectos en la salud (p. ej. Silicosis, asbestosis, alteraciones obstructivas pulmonares, etc.), los resultados de las pruebas deben conservarse adecuadamente durante un periodo mínimo de 20 años para documentar también la vigilancia de la salud del expuesto a agentes carcinógenos; la revisión retrospectiva de estas pruebas en los expuestos, en un tiempo igual al máximo tiempo de latencia entre exposición y efecto clínico se debe hacer durante el encuentro médico para vigilar la condición de salud de los expuestos.</p>
	<p>Se deben establecer programas de control de tabaquismo invitando a los fumadores a dejar el consumo de cigarrillo y reforzando en los no fumadores la conveniencia de no fumar, para reducir el riesgo de cáncer de pulmón.</p>
<p>DIAGNÓSTICO</p>	<p>El diagnóstico de cáncer pulmonar se basa en estudios imagenológicos con indicaciones precisas. Se utilizan la Radiografía de tórax, el TAC de bajas dosis, Tomografía con Emisión de Positrones (PET): en los casos de difícil diagnóstico se requiere la realización de fibrobroncoscopia o biopsia transtorácica guiada por fluoroscopia o TAC.</p>

	<p>Cuando se sospeche clínicamente un cáncer de pulmón debe remitirse al especialista para su estudio, diagnóstico, tratamiento de manejo de las complicaciones.</p>
<p>TRATAMIENTO</p>	<p>El manejo de todo paciente con cáncer pulmonar requiere un grupo interdisciplinario (neumólogo, cirujano de tórax, radioterapeuta y oncólogo) dependiendo del estado clínico y posibilidades terapéuticas. El tratamiento se basa en cirugía, quimioterapia y radioterapia concomitante de acuerdo con el tipo histológico y la estadificación.</p>
<p>REHABILITACION</p>	<p>La rehabilitación del trabajador con cáncer de pulmón debe apuntar a la rehabilitación integral, con acciones simultáneas en: promoción de la salud y la prevención de la discapacidad; desarrollo, recuperación y mantenimiento funcional; integración socio-ocupacional. Los casos se deben identificar y evaluar (diagnóstico, pronóstico funcional ocupacional y formulación del plan de rehabilitación) lo más precozmente posible como base para definir el proceso de rehabilitación integral. Un programa de rehabilitación pulmonar ha demostrado reducir la disnea, incrementar el desempeño ante el ejercicio físico y mejorar la calidad de vida. Debe ser parte integral del manejo clínico de todos los pacientes con deterioro respiratorio.</p>

8. CONCLUSIONES

- A través de la matriz espacial se pudo evidenciar que no existe una distribución uniforme del material particulado durante las tres semanas de muestreo, que solo el punto 8 presenta las mismas características durante este tiempo; mientras que en los otros puntos si hubo cambios algunos de ellos significativos.
- Mediante las observaciones en el microscopio se observó que existe presencia de trazas de sílice en el material particulado muestreado, el cual varía en su cantidad y composición según la ubicación del muestreador con respecto a foco emisor.
- En la evaluación de los impactos según la metodología Conesa se identificaron los más representativos que afectan a la salud humana y de la vegetación expuesta al material particulado con los cuales se realizaron fichas de manejo ambiental para prevenir o mitigar los riesgos de enfermedad ocupacional y a la naturaleza. Según la evaluación de la matriz Conesa se obtuvo que el impacto con mayor severidad es la afectación por la aparición de enfermedades irreversibles como la neumoconiosis en humanos y animales debido a la exposición prolongada y sin elementos de protección adecuados para la operación de la mina utilizando como base de estudio las normas GATISO.

9. RECOMENDACIONES

- Para la obtención de resultados fiables en la realización de los muestreos de calidad del aire, se debe tener en cuenta el estado del clima, preferiblemente se deben realizar en épocas verano para evitar la alteración por la presencia de agua la cual es absorbida por la vaselina y además lava los muestreadores.
- Evitar colocar los muestreadores en zonas de fácil acceso para los animales que pueden llegar a afectar las muestras y dañar los dispositivos de recolección del material particulado.
- Realizar los muestreos con un rango de toma, desde el foco emisor hasta la zona de influencia para realizar una comparación entre las cantidades generadas y su distribución, aumentando el tiempo de permanencia de las mediciones en cada uno de los muestreos con el fin de obtener mayor cantidad de material particulado a estudiar.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2013); Guía metodológica para la Evaluación de Aspectos e impactos Ambientales; Secretaria de Integración Social, Área Gestión Ambiental. Pág. 16-21.
- Álvarez. G., Fonseca. L., Del Carmen. M., Acosta. K. (2013), Explotación de materiales de construcción, Ministro Minas Y Energía, UPTC.
- ACGIH. 2006 TLVs and BEIs based on the documentation of the Threshold limit Values for Chemical substances and Physical agents and Biological Exposure Indices.
- Beverly S. Cohen and Susanne V. Hering (Editors). Air Sampling Instruments. Chapter 2: Occupational Air Sampling Strategies by Rock James C. 8th Edition, ACGIH, USA. 1995.
- Brief R, Scala R. Occupational Exposure Limits for Novel Work Schedules: Am Ind. Hyg. Assoc. J. 1975; 36:467- 469.
- Bullock W., Ignacio J. A strategy for assessing and managing occupational exposures. AIHA Third Edition. USA. 2006.
- Chipoco. S. J., Valencia. R. F. (2015). Determinación de la capacidad de adsorción de material particulado en el aire en una especie arbórea *schinus terebinthifolius* y una rastrera *aptenia cordifolia* en el condominio la quebrada – cieneguilla, Universidad Nacional Agraria, la Molina. LIMA PERU.
- Código De Minas, Ley 685 de 2001. Ministerio de Minas y Energía. Imprenta.
- Corleto, A., Cortez, D. (2012). Comparación de los métodos de Bergerhoff y placas receptoras para la cuantificación de polvo atmosférico sedimentable. Trabajo de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Química y Farmacia. Universidad de El Salvador. San Salvador – El Salvador. 161 pp
- EPA –Environmental Protection Agency–. (1988). User’s guide to SDM a shoreline dispersion model. Office of Air Quality Planning and Standards Emissions, Monitoring, and Analysis Division. EPA-450/4-88-017.
- EPA, (2017). Conceptos básicos sobre el material particulado (PM, por sus siglas en inglés).
- Euita.upv.es. (2018). El microscopio óptico obeservacion, practica 1.

- DHHS (NIOSH) Publication No. 96-101NIOSH Guide to the Selection and Use of Particulate Respirators Certified Under 42 CFR 84 January 1996.
- Gannon PFG, Newton DT, Belcher J, Pantin CF, Burge PS. Development of OASYS-2: a system for the analysis of serial measurement of peak expiratory flow in workers with suspected occupational asthma. *Thorax*. 1996; 51:484-9.
- Guerrero, N., Yepes, M. C. (2015). Factores asociados a la vulnerabilidad del adulto mayor con alteraciones de salud.
- Guthrie. (1997). G. D. Geology and Geochemistry Group. Mineral Properties and Their Contributions to Particle Toxicity. Los Alamos National Laboratory, *Environ health Perspect*; 105 (Suppl 5):1003-1011
- Guzmán. A, Arias. A & Gutiérrez, C. (2005), Contaminantes sólidos sedimentables (CSS) del aire de Lima Metropolitana, Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), PERU.
- IARC. International Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volumen 29. Some Industrial Chemicals and Dyestuffs. 1982.
- Linares. C, Díaz. J. (2008); “Las PM2, 5 y su impacto sobre la salud. El caso de la ciudad de Madrid”. *Ecosostenible*. 35:32-37
- Marcos, R., Cabrera, M., Laos, H., Mamani, D. & Valderrama, A. (2008). Estudio comparativo para la determinación del polvo atmosférico sedimentable empleando las metodologías de tubo pasivo y de placas receptoras en la ciudad universitaria de San Marcos – Lima. 49- 58 pp.
- Mariano, S. (2002). *Tratado de la Contaminación Atmosférica, Problemas, tratamiento y gestión*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 91-165, 387-497, 549-695, 863-867 pp.
- Nevers, N. H. (1998). *Ingeniería de control de la contaminación del aire*. Mexico: McGraw - Hill.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ANLA, (2018). *Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales*. BOGOTA.
- Ministerio de salud y Protección Social, (2005). *Diagnostico Preliminar Sobre Personas Mayores, Dependencia Y Servicios Sociales En Colombia*.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo,

Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Rev. biol. trop vol.49 n.3-4.

NIOSH Recommended Exposure Limits (RELs) – Compendium of policy documents and statements.

OMS, (2000). Guidelines for Air Quality - Guías para la Calidad de Aire. Traducido por Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS / OPS).1-77 pp.

OMS, (2018), centro de prensa; Calidad del Aire y Salud.

Organización Mundial de la Salud (OMS). Detección precoz de enfermedades profesionales. Ginebra: OMS, 1987.

OSHA Permissible Limits (PELs). Code of federal regulations, part 1910.1000- 1910.1200, air contaminants, final rule specified in tables Z-1, Z-2, and Z-3.

OSHA. Personal Protection respiratory. 1910.134.

Parker JE. (1995), Clinical Picture, Prevention, and Therapy of Silicosis and Silica-Related Diseases. ILO Workshop. Lima, Peru. February.

Paustenbach DJ. Occupational Exposure Limits, Pharmacokinetics and Unusual Work Shifts. In Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vol III, Eds Cralley & Cralley, New York, John Wiley & Sons, 11-277, 1985.

Ramírez. C, Acevedo. B. J, Pablo. J, Suescún. B, Velásquez. J. M, (2013), Caracterización de la contaminación atmosférica en Colombia; Universidad de los Andes.

Rodríguez, Á. Benito, A. Portela (2004), Climatología y Meteorología. Fundación española para la ciencia y la tecnología.

Rodríguez. A, Suárez. L. & Calleja E, Ruiz. V. (1997), Métodos microscópicos para la cuantificación del contenido en fase vítrea de escorias siderúrgicas, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España, Pg. 46.

Turk, A.; Turk, J.; Wittes, J. T.; Tr. Por Carlos Gerhard Ottenwaelder. (1973). Ecología, contaminación, medio ambiente. México: Interamericana. 83-114 pp.

USGS, U. (2009). EarthExplorer - Home. [online] Earthexplorer.usgs.gov.

11. ANEXOS

Anexo A. Evidencias Fotográficas.

Soporte para las placas de vidrio y porta objetos.



Medición de las distancias entre puntos e instalación de los soportes de muestreo.



Aplicación de la vaselina en las placas de vidrio y portaobjetos para los muestreos.



Análisis de las muestras en el microscopio a 40X para verificar la presencia de trazas de sílice en la arena.



Placas de vidrio analizadas por visualización si hay presencia de material particulado procedente de la Cantera California.



Resultado de la visualización de los portaobjetos en el microscopio.

