

Jorge Bucheli ^a; Wilson Cando ^b; Oscar Patricio Jaramillo de León ^c; Jonathan Morales Flores ^d

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Revista Científica de Investigación actualización del mundo de las Ciencias. Vol. 2 núm., 1, febrero, ISSN: 2588-0748, 2018, pp. 890-926

DOI: [10.26820/reciamuc/2.1.2018.890-926](https://doi.org/10.26820/reciamuc/2.1.2018.890-926)

Editorial Saberes del Conocimiento

- a. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería; jabucheli@puce.edu.ec
- b. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería; wocando@puce.edu.ec
- c. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería; ojaramillo602@puce.edu.ec
- d. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería; jmorales556@puce.edu.ec

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

RESUMEN

En la industria de la construcción existe la concentración de material particulado PM2.5 y PM10 que se generan por la realización de las diferentes actividades, en el momento de la construcción de un proyecto y es así como se plantea la necesidad de evaluar y proponer medidas de control para prevenir que la salud de los trabajadores se vea afectada. En la investigación se analiza de una forma cuantitativa las concentraciones de material particulado (polvo) que se genera en la construcción de una vía por la actividad del movimiento de tierras y se determina si las concentraciones de polvo son perjudiciales o no para los trabajadores verificando con los valores límites ambientales (VLA-ED) de la normativa española. Además, se propone medidas de control para evitar altas concentraciones de polvo.

Palabras clave: Material Particulado, Concentraciones, PM2.5, PM10, Polvo, Movimiento de tierras, Valores límites ambientales (VLA-ED).

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

ABSTRACT

In the construction industry there is the concentration of particulate PM2.5 and PM10 that are generated by the realization of the different activities, at the moment of the construction of a project and this is how the need to evaluate and propose measures to prevent the health of workers from being affected. The research quantitatively analyzes the concentrations of particulate matter (dust) generated in the construction of a road by the earthmoving activity and determines whether dust concentrations are detrimental or not harmful to workers by verifying with the environmental limits (VLA-ED) of the Spanish legislation. In addition, control measures are proposed to avoid high concentrations of dust.

Keywords: Particulate material, Concentrations, PM2.5, PM10, Powder, Earthworks, Environmental limit values (VLA-ED).

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Introducción.

Las entidades encargadas de salvaguardar la integridad física de los trabajadores son: IESS (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social) que trabaja en conjunto con el SGRT (Seguro de Riesgo de Trabajadores) además del Ministerio de Trabajo que se encargan de supervisar y controlar los accidentes y enfermedades ocupacionales que se registren en un determinado lugar de trabajo.

La Decisión 584 de la Comunidad Andina de Naciones que fue aprobada por el Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores puso en vigencia el instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo, determina que los países miembros deben mejorar las condiciones de seguridad y salud en el medio laboral para prevenir daños a la integridad física y mental de los trabajadores. (ACUERDO-0174, 2016, pág. 1) Específicamente en la industria de la construcción y obras públicas.

Las personas que estarían más expuestas a sufrir un mayor problema en su salud por la concentración de polvo y en las personas que se enfoca el estudio son las siguientes:

- Operador de la excavadora
- Controlador de la excavación
- Ingeniero residente
- Chofer de la volqueta
- Operador del tractor de orugas
- Controlador de la descarga y compactación

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

- Operador de la motoniveladora

De esta manera reglamentar a las actividades que tengan riesgo de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que afecten a los trabajadores, por lo tanto, se propone reducir los riesgos antes mencionados.

Metodología

La Higiene Industrial

La higiene en el trabajo relaciona la interacción que tiene el ser humano en las condiciones ambientales del medio que le rodea. Las condiciones ambientales son fáciles de modificar, dependiendo del trabajo, existiendo contaminantes que deterioran la salud del individuo. Este problema se agrava cuando la contaminación se genera en el medio laboral y esta aumenta su acción nociva.

Uno de los factores ambientales que influye en la construcción es el material particulado en este caso el polvo en suspensión se genera en las diferentes actividades de construcción, el movimiento de tierras es una de las principales actividades que genera polvo. La investigación se hace mediante la teoría de higiene industrial con el enfoque principalmente en los problemas de salud que se generan por el material particulado (polvo). La exposición de polvo en el lugar de trabajo es muy perjudicial para los diversos sectores de trabajo (minería, fundición, canteras, textil. Agricultura, etc. (Rojo, 2008).

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Material particulado

El material particulado es conocido como polvo en suspensión y la parte respirable se divide en dos grupos de acuerdo con su tamaño. Las partículas menores a 10 micras se denominan PM_{10} , son partículas sólidas o líquidas dispersas en la atmosfera. Y las partículas menores a 5 micras se denominan $PM_{2.5}$ agrupa a derivados de emisiones vehiculares e industriales, esta es la fracción más pequeña y agresiva debido a que estas son respirables en un 100% y tienen mayor efecto en la salud. (Quijano Parra, Quijano Vargas, & Henao Martínez, 2010)

El Polvo

El polvo genera irritación en los ojos, nariz y garganta en la vía respiratoria o en la piel. Las enfermedades más conocidas que son producidas por la acumulación de polvo en los pulmones son la silicosis y la carcinogénesis o asbestosis.

Polvo Orgánico. – Se origina por la manipulación de sustancias naturales (granos, polen) y sintéticas (plásticos, drogas) que contienen carbono (ONCE, 2016).

Polvo Inorgánico. - Es toda sustancia que no está hecha de carbono y que se genera por reacciones químicas. Son pulverizaciones de metales, minerales como rocas o suelos y silíceos como polvo común, cemento, mármol, cuarzo (ECURED, 2016)

El polvo visible es el tamaño que es visible a simple vista tiene un tamaño mayor a 30 micras. El polvo sedimentable tiene un tamaño entre 10 y 20 micra, inhalable con tamaño menor

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

de 10 micras. El polvo respirable que puede penetrar en los pulmones tiene un tamaño inferior a 5 micras.

Los valores TLV's vienen expresados como polvo total, salvo que se indique expresamente como polvo respirable” (Manuel Jesús Falgán Rojo, 2000).

Valores Límite Umbral – TLV

“Los TLV (Valores Límite Umbral) para agentes químicos expresan concentraciones en aire de diversas sustancias por debajo de las cuales la mayoría de los trabajadores pueden exponerse sin sufrir efectos adversos” (José Bartual Sánchez, 2016, pág. 3).

La afectación que sufran las personas dependerá de su metabolismo, por lo tanto, un porcentaje de los trabajadores puede experimentar algunas molestias ante ciertos agentes químicos para las concentraciones descritas en el ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist).

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Tabla 1: Resumen de Normativas

PAIS ORGANISMO	LIMITE PROMEDIADO EN EL TIEMPO	LIMITE DE CORTA DURACION	VALOR TECHO	LIMITES DE EXCURSION	ABSORCION POR VIA DERMICA	CANCERIGENO	ALERGIZANTE	RIESGO PARA EL EMBARAZO
U.S.A. A.C.G.I.H.	TLV-TWA 8 h./día y 40 h./semana	TLV-STEL 15 min. <4 veces/día 60 min. inter periodos	TLV-CEILING Conc. max. (Análisis 15 min.)	3xTWA <30 min./ jornada 5xTWA máx.	Notación específica	A1: Confir- mado para el hombre A2: Sospecho- so para el hombre		
U.S.A. O.S.H.A.	TWA 8 h./día y 40 h./semana	STEL 15 min.	CEILING Conc. máx. (Análisis 15 min.)		Notación específica			
U.S.A. N.I.O.S.H.	REL-TWA 10 h./día		REL-CEILING 15 min.		Notación específica	Notación específica		
R.F.A. D.F.G.	MAK 8 h./día y 40 h./semana			VER CUADRO 1	Notación específica	A1: Probado en el hombre A2: Probado en animales B: Sospecho- so No MAK para estas substan- cias	Notación específica	Notación específica Cuatro grupos: A,B,C,D,
U.K. H.S.C.	MEL y OES 8 h./día	MEL y OES 10 min.			Notación específica			
SUECIA N.B.O.S.H.	LLV 8 h./día	STEL 15 min.	CLV 15 min.		Notación específica	Notación específica	Notación específica	

(José Bartual Sánchez, 2016, pág. 7)

Enfermedades pulmonares que se generan por la exposición de polvos inorgánicos en el entorno laboral

Por la explotación que se viene realizando en la corteza terrestre como fuente de recursos primarios para su utilización en la construcción ha sido constante a lo largo de la historia. En la explotación de los minerales y su utilización generalmente se produce el polvo inorgánico el causante de algunas enfermedades como la neumoconiosis que generan una silicosis estas enfermedades dependerán de la sustancia causante.

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Tabla 2: Diferentes patologías causadas por inhalación de polvo inorgánico.

	Sustancia causante
EPOC (Br. Cr: enfisema) Bronquiolitis	Sílice, carbón, cadmio asbesto, cobalto, aluminio
Neumoconiosis Granulomatosis pulmonar	Sílice, carbón, caolín, talco, pizarra, hierro, berilio Berilio
Fibrosis intersticial	Sílice, asbesto, cobalto
Cáncer de pulmón	Sílice, asbesto, cadmio
Mesotelioma pleural	Asbesto
Afección pleural benigna	Asbesto

(C. Martínez, 2016, pág. 1)

Exposición Diaria (ED)

“Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador medida, o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias” (INSHT, Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, 2016, pág. 15). Exposición Diaria (ED) puede calcularse matemáticamente por la siguiente formula:

Ecuación 1: Exposición Diaria (ED)

$$ED = \frac{\sum Ci * ti}{8}$$

Dónde:

Ci: La concentración i-ésima

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Ti: El tiempo de exposición, en horas, asociados a cada valor Ci.

Valores Limite Ambientales (VLA-ED)

Son valores referenciales que recomienda el INSHT para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, basándose en condiciones similares a las que se encuentran los trabajadores día tras día, sin que sufran una enfermedad profesional o problemas en su salud. El VLA-ED representa las condiciones a las que están expuesto los trabajadores en 8 horas diarias y 40 horas semanales.

Tabla 3: Valores Limites Ambientales (VLA).

Nº CE	CAS	AGENTE QUIMICO (año de incorporacion o de actualizacion)	VALORES LIMITE				NOTAS	FRASES H
			VLA-ED*		VLA-EC*			
			ppm	mg/m3	ppm	mg/m3		
		Particulas (insolubles o poco solubles) no especificadas de otra forma: Fraccion inhalable.		10			c,o,e	
		Particulas (insolubles o poco solubles) no especificadas de otra forma: Fraccion respirable.		3			c,o,d,e	

(INSHT, Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, 2016, pág. 92)

Identificación de las zonas con mayor concentración de polvo

Descripción del proyecto

La investigación se realiza en la ampliación de la Av. Simón Bolívar, su extensión es de 21.29 kilómetros.

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

El proyecto constara de tres puentes, cinco distribuidores de tráfico y un intercambiador.

La obra será construida en etapas:

- “La primera etapa va desde Carapungo-Maresa e iniciará en la vía panamericana norte, a la altura de la bota. El tramo será de 12.09km.
- La segunda etapa va desde El Tajamar-Escuela de Policía (Pusuquí).
- El tramo será de 2.27km.
- La tercera etapa va desde Liga Deportiva Universitaria con dirección al noreste hasta La Marca. El tramo será de 6.92km” (TELÉGRAFO, 2013).

Ilustración 1: Esquema del proyecto de estudio.



(Epmop, Proyectos, 2013)

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Factores y actividades generadoras de polvo en el movimiento de tierras.

Movimiento de tierras

El movimiento de tierras se puede entender como el conjunto de varias actividades que se realiza en un terreno para que se pueda ejecutar una obra

Esta actividad es donde más se genera cantidades de polvo dentro de entorno laboral, las que pueden afectar a la salud de los trabajadores, produciendo a largo plazo enfermedades.

Recopilación de Muestras.

Ubicación del equipo de medición in-situ.

La medición en un punto fijo puede utilizarse si los resultados sirven para evaluar la exposición del trabajador en el lugar de trabajo, para lo cual estas deben ser realizadas a una altura igual o aproximada de las vías respiratorias y en un punto aproximado al trabajador (INSHT, NTP 554: Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (II), 2016). Con este motivo y siguiendo la normativa el equipo se ubica a una altura de 1.70 metros la altura aproximada del ingeniero residente, controlador de excavación y controlador de descarga, en cambio en los operadores de la excavadora, tractor de rugas y volqueta el equipo se ubica en un lugar igual o aproximado a la altura de las vías respiratorias en un radio de 0.30 metros tomando como centro la nariz del trabajador.

Programación en el equipo del número y tiempo de alícuotas de colección de la muestra; generalmente se colecta muestra cada dos minutos durante dos a tres horas (tiempo definido de

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

acuerdo con las actividades durante el monitoreo y/o para cubrir el 25% de la jornada laboral). El equipo automáticamente guarda la información de alícuotas colectadas durante el periodo de monitoreo.

El número de muestras por cada área de trabajo se determinó en base a lo señalado en la evaluación cuantitativa de exposición a agentes químicos del INSHT, el que se detalla a continuación

Tabla 4: Cálculo del número mínimo de muestras por jornada.

Tiempo de duración de la muestra	Ejemplos de tipo de medición	N° de muestras necesario para abarcar el 25% de la exposición (supuestas 8 horas)	N° mínimo de muestras recomendado por UNE-EN 689
10 segundos	Equipos de lectura directa. Medición puntual.	720	30
1 minuto	Tubos detectores de corta duración (tubos colorimétricos)	120	20
5 minutos	Tubos detectores de corta duración	24	12
15 minutos	Tubos absorbentes (carbón activo, gel de sílice). Borboteadores, etc.	8	4
30 minutos	Tubos absorbentes (carbón activo, gel de sílice). Borboteadores, etc.	4	3
1 hora	Filtros para muestreo de aerosoles	2	2
2 horas	Filtros para muestreo de aerosoles	1	1

(UNE-EN, 1995)

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

El total de muestras recolectadas para determinar el 25% de la jornada laboral son de 30 muestras mínimo cuando se realiza una medición puntual.

Equipo de Medición del Material Particulado

Para determinar la concentración de material particulado en ambientes laborales, se utiliza el equipo de alto caudal que determina la concentración de material particulado respirable. Estos equipos arrastran aire ambiente a una velocidad de flujo constante hacia una entrada de forma especial, donde el material particulado se separa por inercia en una o más fracciones, dentro del intervalo de tamaño de PM₁₀.

Tabla 5: Características del Equipo.

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO INTERNO	MODELO/ NÚMERO DE SERIE	CARACTERÍSTICAS
Equipo de medición de partículas	EI.04	AEROCET / 531S	Tamaño de partículas: 0,5; 1,0; 5,0 y 10µm Rangos de Masa: PM ₁ , PM _{2,5} , PM ₄ , PM ₇ , PM ₁₀ y TSP Sensibilidad: 0,5 µm Flujo: 0,1cfm (2,83 lpm)

(ABGES, 2016)

El rango de concentración es de 0-1 mg/m³, el equipo opera a una temperatura no menor a 0 °C y no mayor a 50 °C. (METONE, 2016)

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

El equipo toma la muestra durante 2 minutos, después del cual se encera y vuelve a correr por 2 minutos más por 1 tiempo programado de medición y reporta un valor total por el tiempo medido. (ABGES, 2016)

Equipo de Medición de las Condiciones Climáticas en el Entorno Laboral

Este equipo se utiliza para determinar las condiciones climáticas del entorno donde el trabajador desempeña su actividad, de esta manera determinamos a la temperatura, humedad relativa y velocidad de viento a la que está expuesto el trabajador.

El equipo que se utilizo es el siguiente:

Anemómetro

Marca: EXTECH

Modelo: 45160

No. de serie: A.024120

Características y rangos de medición

En la siguiente tabla se detalla las condiciones climáticas a las que están expuestos los trabajadores en su entorno laboral.

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Tabla 7: Condiciones Climáticas Levantadas In-Situ.

UBICACIÓN	PUNTO	PERSONAL		IDENTIFICACIÓN DE FUENTES	CONDICIONES AMBIENTALES		
		IDENTIFICACIÓN	PUESTO DE TRABAJO		T (°C)	H (%)	V (m/s)
TRAMO 2	P1	Julio Chicaiza	Operador de la Excavadora	Excavación del terreno. Vehículos de carga pesada como Excavadoras, Volquetas	22.8	46	0.3
TRAMO 2	P2	Lauro Torres	Controlador de Excavación		27.3	46	2.9
TRAMO 2	P3	Fausto Calle	Ingeniero Residente		28.9	47	5.7
TRAMO 2	P4	Santiago Puentes	Chofer de Volqueta		24.2	45	0.4
ESCOBRERA	P5	Omar Rengel	Operador del Tractor de Orugas	Descarga de material. Vehículos de carga pesada como Tractor de Orugas, Motoniveladora, Rodillo Liso, Volquetas.	28.5	47	16
ESCOBRERA	P6	Esteban Masapanta	Controlador de la Descarga y Compactación		30.1	44	12
ESCOBRERA	P7	Juan Quinapallo	Operador de la Motoniveladora		29.8	44	1.7

T: Temperatura; H: Humedad; V: Velocidad de Viento (ABGES, 2016)

Obtención de resultados

Comparación de los Resultados con los Valores Límites Ambientales (VLA-ED)

El Ecuador no cuenta con una normativa que regule la concentración de material particulado a la que pueden estar expuestos los trabajadores en su jornada laboral. Los resultados obtenidos se comparan con los Valores Límites Ambientales (VLA-ED) recomendados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España en su publicación de los Límites de Exposición del 2015.

A continuación, se muestra un cuadro comparativo de los resultados de PM₁₀ y PM_{2.5} con el valor recomendado por el INSHT.

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

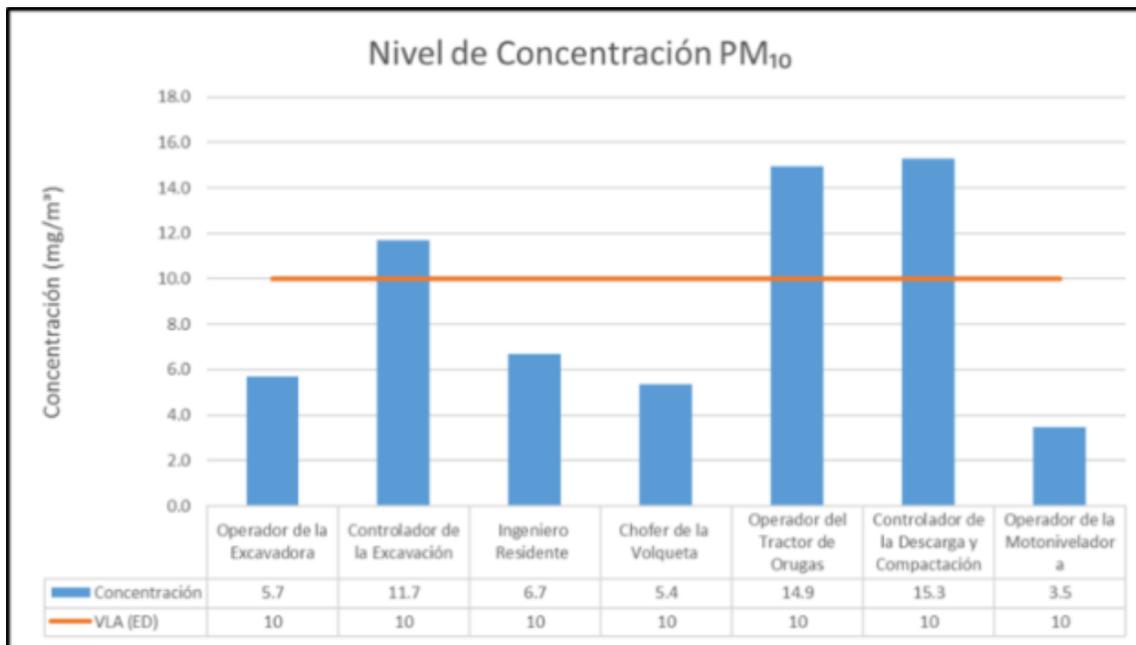
Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Tabla 15: Comparación de la Concertación Ponderada para Ocho Horas con el VLA-ED.

TRABAJADOR	CONCENTRACIONES					
	CONCENTRACIÓN PONDERADA A 8H	FRACCIÓN INHALABLE		CONCENTRACIÓN PONDERADA A 8H	FRACCIÓN RESPIRABLE	
		MATERIAL PARTICULADO (PM ₁₀) mg/m ³			MATERIAL PARTICULADO (PM _{2.5}) mg/m ³	
		LP*	RESULTADO		LP*	RESULTADO
Operador de la Excavadora	5.7	10.0	SI CUMPLE	0.7	3.0	SI CUMPLE
Controlador de la Excavación	11.7		NO CUMPLE	3.3		NO CUMPLE
Ingeniero Residente	6.7		SI CUMPLE	1.2		SI CUMPLE
Chofer de la Volqueta	5.4		SI CUMPLE	0.8		SI CUMPLE
Operador del Tractor de Orugas	14.9		NO CUMPLE	2.7		SI CUMPLE
Controlador de la Descarga y Compactación	15.3		NO CUMPLE	3.3		NO CUMPLE
Operador de la Motoniveladora	3.5		SI CUMPLE	0.9		SI CUMPLE

LP*: Límite de exposición profesional para agentes químicos en España-2015

Gráfico 1: Comparación de los Niveles de PM₁₀ con el VLA-ED.



Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Gráfico 2: Comparación de los Niveles de PM_{2.5} con el VLA-ED.

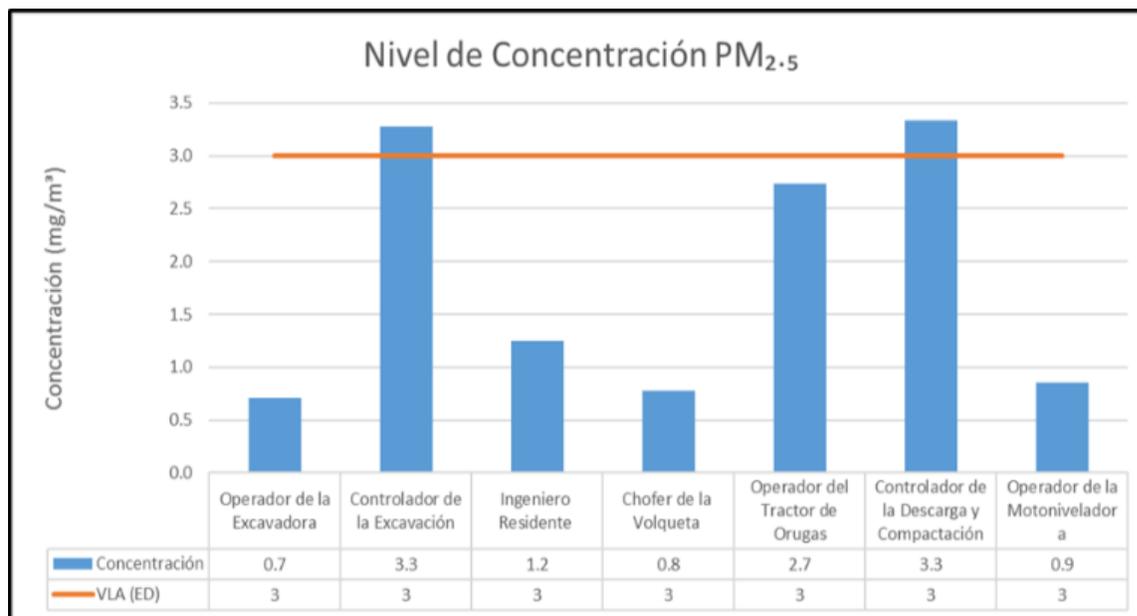


Tabla 16: Comparación de la Concertación Ponderada para 10 Horas con el VLA-ED.

TRABAJADOR	CONCENTRACIONES					
	CONCENTRACIÓN PONDERADA A 10H	FRACCIÓN INHALABLE MATERIAL PARTICULADO (PM ₁₀) mg/m³		CONCENTRACIÓN PONDERADA A 10H	FRACCIÓN RESPIRABLE MATERIAL PARTICULADO (PM _{2.5}) mg/m³	
		LP*	RESULTADO		LP*	RESULTADO
Operador de la Excavadora	7.1	10.0	SI CUMPLE	0.9	3.0	SI CUMPLE
Controlador de la Excavación	14.6		NO CUMPLE	4.1		NO CUMPLE
Ingeniero Residente	8.3		SI CUMPLE	1.6		SI CUMPLE
Chofer de la Volqueta	6.7		SI CUMPLE	1.0		SI CUMPLE
Operador del Tractor de Orugas	18.7		NO CUMPLE	3.4		NO CUMPLE
Controlador de la Descarga y Compactación	19.1		NO CUMPLE	4.2		NO CUMPLE
Operador de la Motoniveladora	4.3		SI CUMPLE	1.1		SI CUMPLE

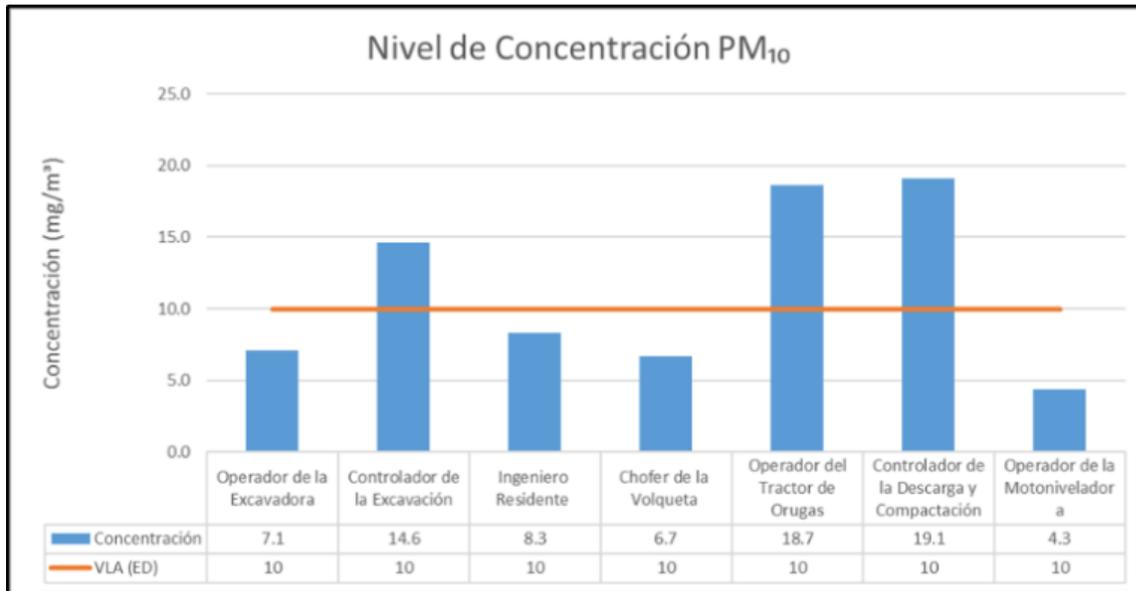
LP*: Límite de exposición profesional para agentes químicos en España-2015

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Gráfico 3: Comparación de los Niveles de PM₁₀ con el VLA-ED.

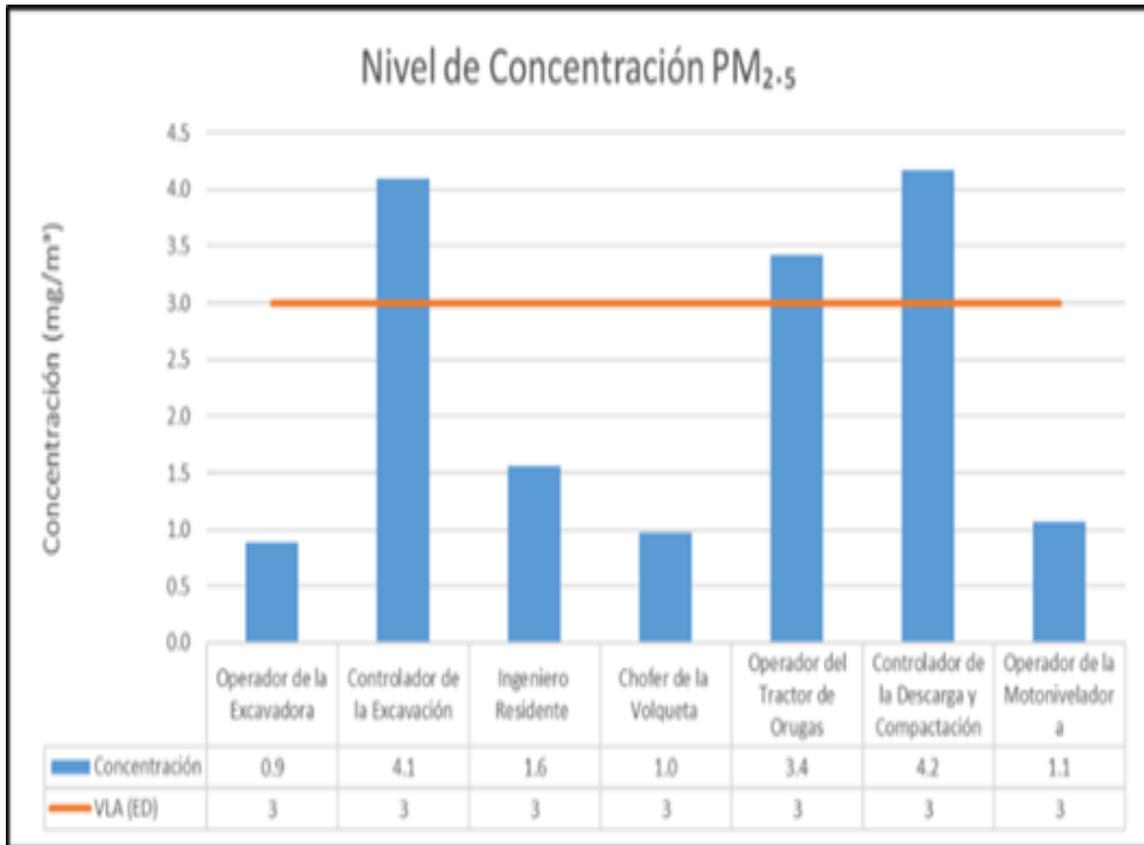


Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Gráfico 4: Comparación de los Niveles de $PM_{2.5}$ con el VLA-ED.



Medidas de Control Propuestas

Mediante el decreto 0174 del reglamento de seguridad y salud para la construcción y obras públicas en las obligaciones de empleadores.

De acuerdo con lo mencionado en: El Art. 3 Combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual. En caso de que las medidas de prevención colectivas resulten insuficientes, el

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

empleador deberá proporcionar, sin costo alguno para el trabajador, las ropas y los equipos de protección individual adecuados (ACUERDO-0174, 2016, pág. 8).

Control en la Fuente

Realizar un control en la fuente es muy complicado porque la generación de polvo en la construcción es inevitable, principalmente en el movimiento de tierra el polvo está presente siempre desde que comienza la excavación y se termina con la compactación, por lo tanto, realizar un control en la fuente no es muy factible.

Control en el Medio

El control en el medio para evitar que exista una concentración de polvo excesiva se debe seguir algunas indicaciones como:

Por la excavación, carga y descarga del material y además la circulación de la maquinaria que se utiliza en el movimiento de tierra, se propone realizar un riego de agua por medio de un camión cisterna con flauta o equipo similar para evitar que se genere grandes cantidades de polvo. El camión cisterna deberá circular con una frecuencia de dos horas dependiendo las condiciones climáticas del día de trabajo, la capacidad del camión cisterna será de 3000 galones (11,5 m³ o 11500 litros) de esta manera se estima que el riego que se genera en las vías de circulación y maniobra de la maquinaria sea de 0.4litros/m². La velocidad a la que debe circular el camión cisterna no deberá superar los 5km/h.

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Es así que en el proyecto se cuenta con un camión cisterna con flauta el cual transita por las vías de circulación y maniobra de la maquinaria. Además, que cuando no hay precipitación en el proyecto se realiza el riego con un intervalo de dos a tres veces al día.

Las medidas colectivas es la primera opción que se toma, pero por el tipo de trabajo y la dispersión de los trabajadores estas medidas no son las más aconsejables porque encarecen el proyecto, por este motivo se opta de un control individual.

Control Individual en los Trabajadores

Una vez que se realizó todas las medidas de control en la fuente y el medio para minimizar la concentración de polvo y estos mecanismos no evitaron que se produzca una disminución a la exposición que están expuestos los trabajadores. Se realiza un control individual mediante el uso de equipos de protección personal. El empleador por ley tiene el derecho y obligación de dotar con equipos de protección personal (EPP) a los trabajadores.

Todas las mascarillas tienen las especificaciones N95 de la norma 42CFR84, esta norma específica que las mascarillas reducen en un 95% la concentración a la que se encuentra en agente químico, siempre y cuando la mascarilla sea utilizada para el agente correcto y su manipulación como colocación en el trabajador es adecuada se garantiza que se cumple con las especificaciones N95 de la norma 42CFR84.

Para esta investigación y por la facilidad de compra en el mercado escogemos la mascarilla 8210V para los siguientes trabajadores:

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

- Operador de la Excavadora.
- Ingeniero Residente.
- Chofer de la Volqueta.
- Operador de la Motoniveladora.

Por la gran cantidad de polvo que se presente en el entorno de los trabajadores y para precautelar una mayor seguridad hacia su salud se escoge el Respirador 3M^{MR} serie 6500 para los siguientes trabajadores:

- Controlador de la Excavación.
- Operador del Tractor de Orugas.
- Controlador de la Descarga y Compactación.

Utilizando las mascarillas antes mencionadas y para una jornada laboral de ocho horas (8H) las concentraciones son las siguientes:

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Tabla 18: Comparación de la Concertación Ponderada para Ocho Horas con el VLA-ED.

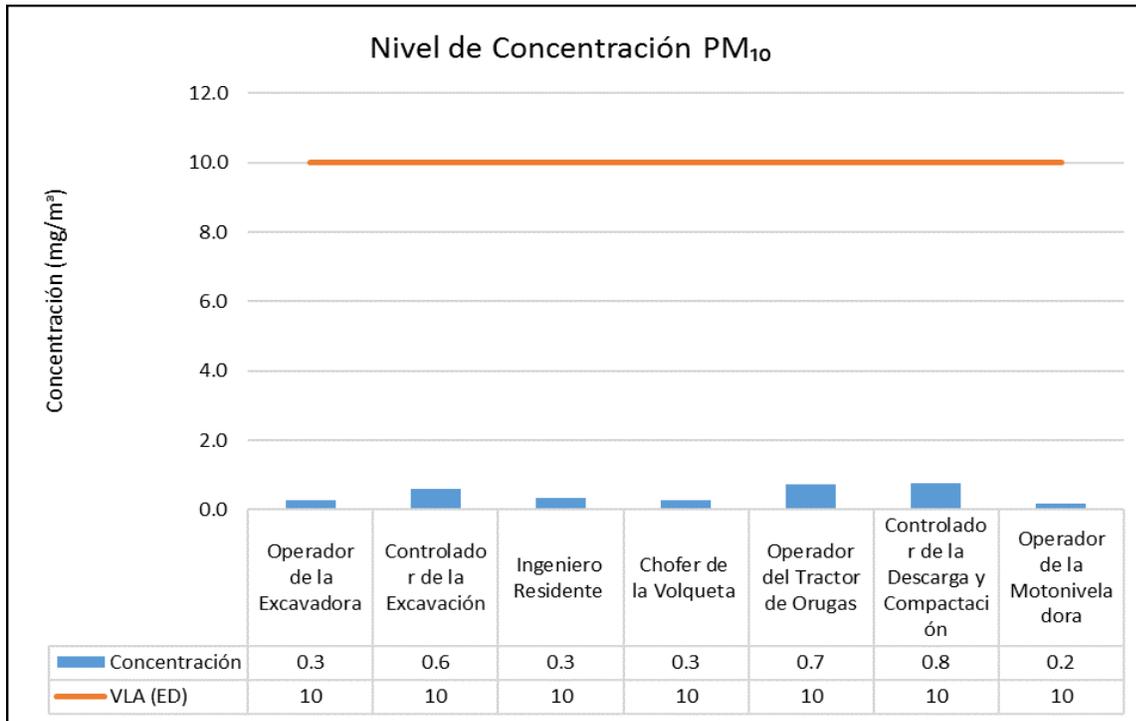
TRABAJADOR	CONCENTRACIONES					
	CONCENTRACIÓN PONDERADA A 8H	FRACCIÓN INHALABLE		CONCENTRACIÓN PONDERADA A 8H	FRACCIÓN RESPIRABLE	
		MATERIAL PARTICULADO (PM ₁₀) mg/m ³			MATERIAL PARTICULADO (PM _{2.5}) mg/m ³	
		LP*	RESULTADO		LP*	RESULTADO
Operador de la Excavadora	0.3	10.0	SI CUMPLE	0.0	3.0	SI CUMPLE
Controlador de la Excavación	0.6		SI CUMPLE	0.2		SI CUMPLE
Ingeniero Residente	0.3		SI CUMPLE	0.1		SI CUMPLE
Chofer de la Volqueta	0.3		SI CUMPLE	0.0		SI CUMPLE
Operador del Tractor de Orugas	0.7		SI CUMPLE	0.1		SI CUMPLE
Controlador de la Descarga y Compactación	0.8		SI CUMPLE	0.2		SI CUMPLE
Operador de la Motoniveladora	0.2		SI CUMPLE	0.0		SI CUMPLE
LP*: Límite de exposición profesional para agentes químicos en España-2015						

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Gráfico 5: Comparación de los Niveles de PM₁₀ con el VLA-ED.

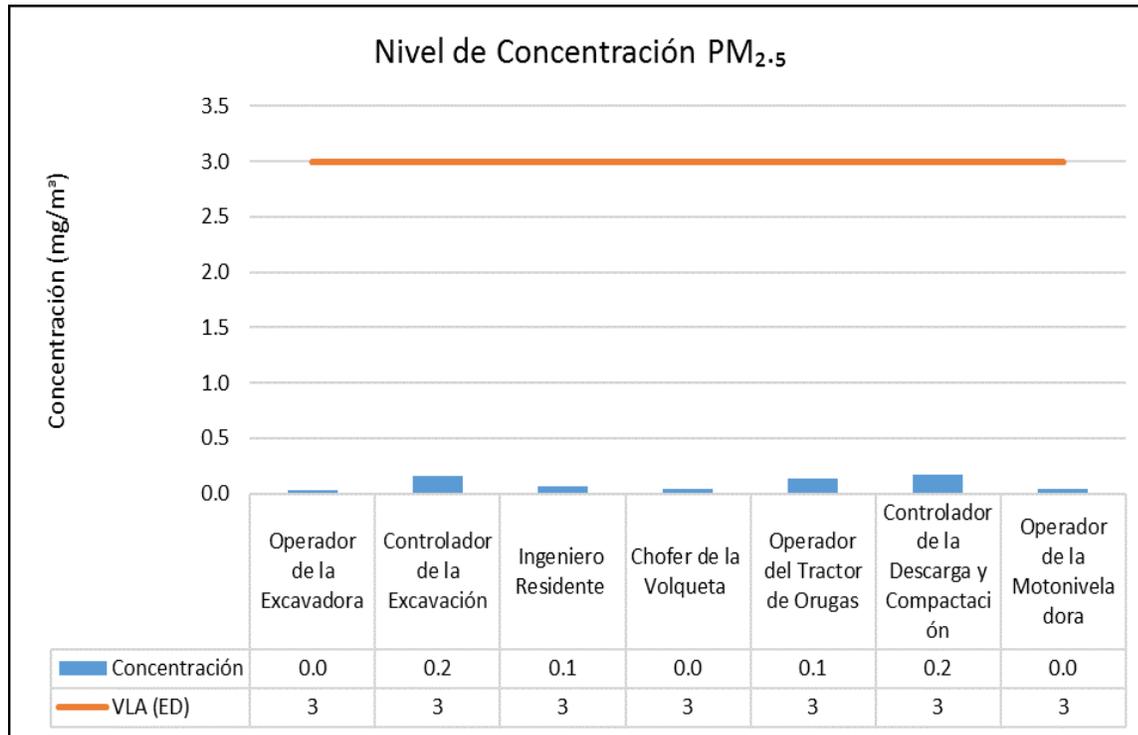


Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Gráfico 6: Comparación de los Niveles de PM_{2.5} con el VLA-ED.



Utilizando las mascarillas antes mencionadas y para una jornada laboral de 10 horas (10H) las concentraciones son las siguientes:

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Tabla 19: Comparación de la Concertación Ponderada para 10 Horas con el VLA-ED.

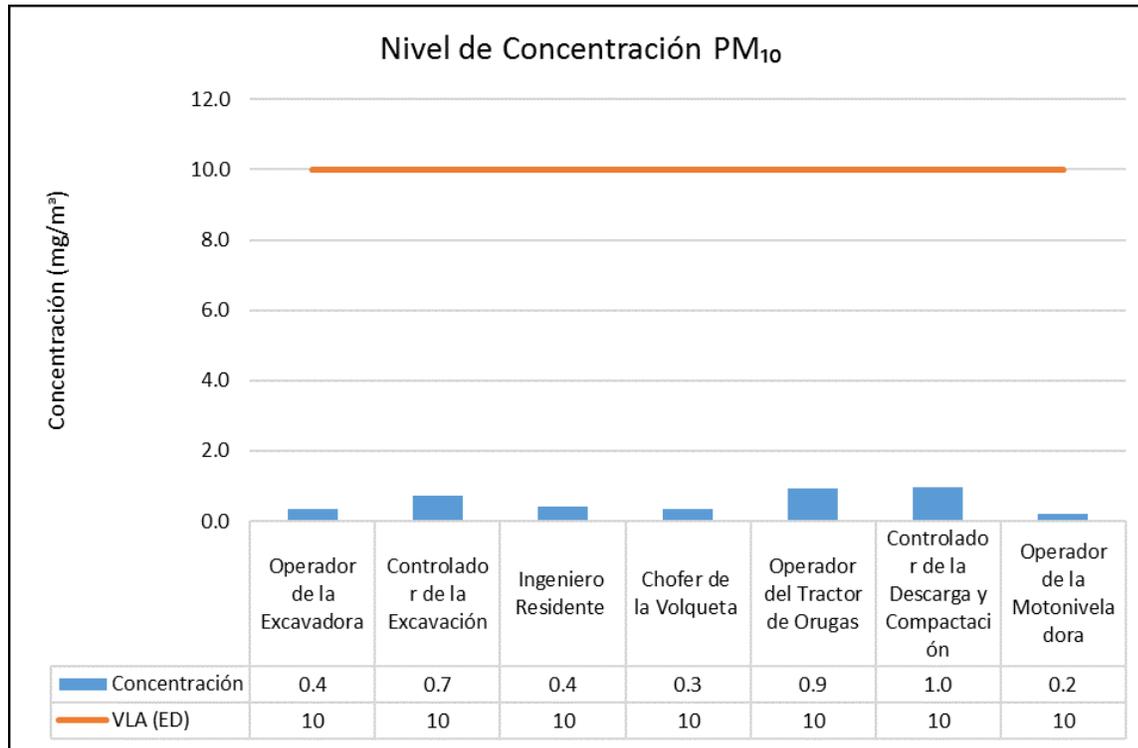
TRABAJADOR	CONCENTRACIONES					
	CONCENTRACIÓN PONDERADA A 10H	FRACCIÓN INHALABLE MATERIAL PARTICULADO (PM ₁₀) mg/m ³		CONCENTRACIÓN PONDERADA A 10H	FRACCIÓN RESPIRABLE MATERIAL PARTICULADO (PM _{2.5}) mg/m ³	
		LP*	RESULTADO		LP*	RESULTADO
Operador de la Excavadora	0.4	10.0	SI CUMPLE	0.0	3.0	SI CUMPLE
Controlador de la Excavación	0.7		SI CUMPLE	0.2		SI CUMPLE
Ingeniero Residente	0.4		SI CUMPLE	0.1		SI CUMPLE
Chofer de la Volqueta	0.3		SI CUMPLE	0.0		SI CUMPLE
Operador del Tractor de Orugas	0.9		SI CUMPLE	0.2		SI CUMPLE
Controlador de la Descarga y Compactación	1.0		SI CUMPLE	0.2		SI CUMPLE
Operador de la Motoniveladora	0.2		SI CUMPLE	0.1		SI CUMPLE
LP*: Límite de exposición profesional para agentes químicos en España-2015						

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Gráfico 7: Comparación de los Niveles de PM_{10} con el VLA-ED.

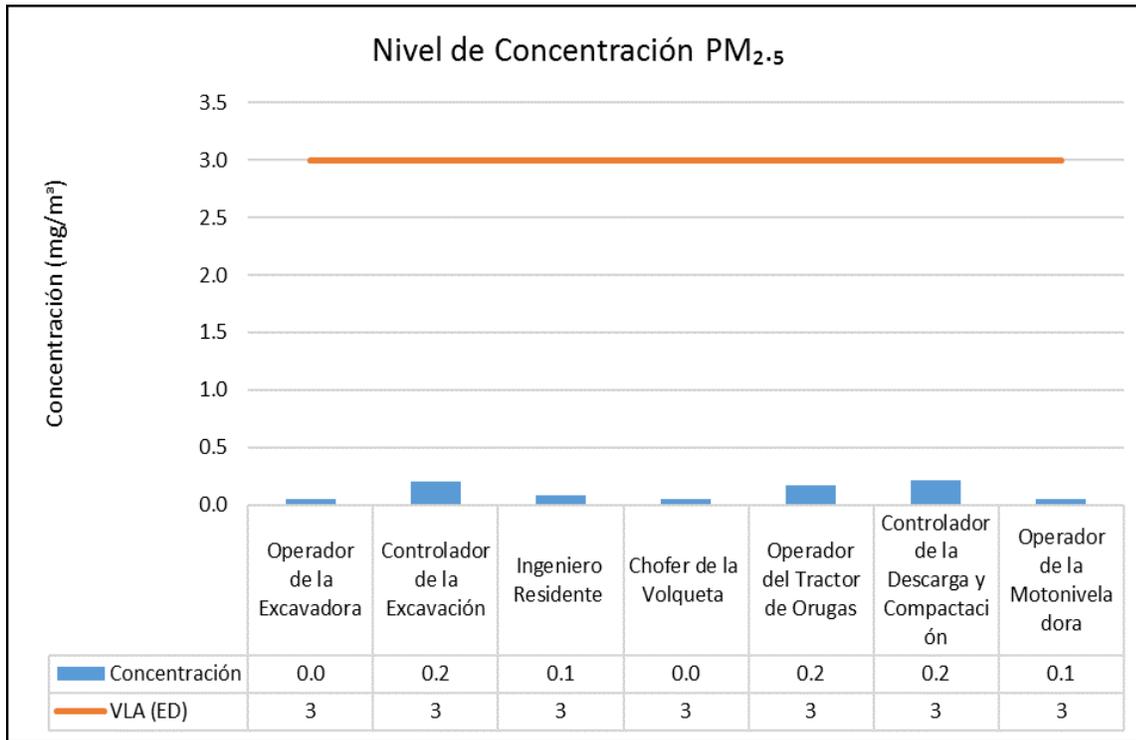


Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Gráfico 8: Comparación de los Niveles de PM_{2.5} con el VLA-ED.



Discusión de resultados

Conclusiones

- Las concentraciones de material particulado fueron ponderadas para 8 y 10 horas respectivamente, este proceso se realizó para determinar si la concentración ponderada de ocho horas no sobrepasaba los valores límites ambientales. Mientras que la jornada real de los trabajadores fue de 10 horas diarias por un retraso en el cronograma de la obra. Lo dicho se puede verificar en la tabla 15 y 16.

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

-
- La concentración del material particulado fracción respirable $PM_{2.5}$ que se determinó en el lugar de trabajo del operador del tractor de orugas en la jornada de 8 horas fue $2.7mg/m^3$ este no sobrepasa el valor límite ambiental (VLA-ED) como se indica en la tabla 15, cuando se pondera la concentración para 10 horas que es el tiempo real de trabajo el nivel de concentración fue $3.4mg/m^3$ este sobrepasa el VLA-ED y no cumple con la normativa como se indica en la tabla 16.
 - Los trabajadores que sobrepasan los niveles de concentración de $10mg/m^3$ para PM_{10} son: controlador de la excavación con una concentración de $11.7mg/m^3$, operador del tractor de orugas con una concentración de $14.9mg/m^3$, controlador de la descarga y compactación con una concentración de $15.3 mg/m^3$ como se indica en el gráfico 15 para la jornada de 8 horas.
 - Los trabajadores que superan los niveles de concentración de $3mg/m^3$ para $PM_{2.5}$ son: controlador de la excavación con una concentración de $3.3mg/m^3$, controlador de la descarga y compactación con una concentración de $3.3 mg/m^3$ como se indica en el gráfico 16 para la jornada de 8 horas.
 - Los trabajadores que exceden los niveles de concentración de $10mg/m^3$ para PM_{10} son: controlador de la excavación con una concentración de $14.6mg/m^3$, operador del tractor de orugas con una concentración de $18.7mg/m^3$, controlador de la descarga y compactación con una concentración de $19.1 mg/m^3$ como se indica en el gráfico 17 para la jornada de 10 horas.
 - Los trabajadores que exceden los niveles de concentración de $3mg/m^3$ para $PM_{2.5}$ son: controlador de la excavación con una concentración de $4.1mg/m^3$, operador del tractor de

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

orugas con una concentración de $3.4\text{mg}/\text{m}^3$, controlador de la descarga y compactación con una concentración de $4.2\text{mg}/\text{m}^3$ como se indica en el gráfico 18 para la jornada de 10 horas.

- El tractor de orugas es una maquinaria antigua que no cuenta con una cabina de protección para el operador, debido a esto no existe una barrera que disminuya la concentración de polvo alrededor de la zona de respiración del mismo.
- Se observa que los operadores que se encuentran dentro de una cabina, la concentración de polvo es menor al VLA-ED de $\text{PM}_{2.5}$ como en el caso del operador de la excavadora, chofer de la volqueta y operador de la motoniveladora sus concentraciones determinadas fueron: $0.7\text{mg}/\text{m}^3$, $0.8\text{mg}/\text{m}^3$, $0.9\text{mg}/\text{m}^3$ respectivamente como se observa en el gráfico 16 para una jornada de 8 horas.
- Se observa que los operadores que se encuentran dentro de una cabina, la concentración de polvo es menor al VLA-ED de PM_{10} como en el caso del operador de la excavadora, chofer de la volqueta y operador de la motoniveladora sus concentraciones determinadas fueron: $7.1\text{mg}/\text{m}^3$, $6.7\text{mg}/\text{m}^3$, $4.3\text{mg}/\text{m}^3$ respectivamente como se observa en el gráfico 15 para una jornada de 10 horas.
- Se observa que los operadores que se encuentran dentro de una cabina, la concentración de polvo es menor al VLA-ED de $\text{PM}_{2.5}$ como en el caso del operador de la excavadora, chofer de la volqueta y operador de la motoniveladora sus concentraciones determinadas fueron: $0.9\text{mg}/\text{m}^3$, $1.0\text{mg}/\text{m}^3$, $1.1\text{mg}/\text{m}^3$ respectivamente como se observa en el gráfico 15 para una jornada de 10 horas.

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

-
- Las concentraciones de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ a las que están expuestos los trabajadores son perjudiciales para la salud ya que sobrepasan los valores límites ambientales VLA – ED, por lo tanto, se debe realizar medidas de control para minimizar la afectación de los mismos y cumplir con la normativa de salud ocupacional en la industria de la construcción.
 - En la industria de la construcción realizar un control en la fuente generadora de polvo es muy complicado, por lo que se optó realizar un control en la fuente, mediante el riego de agua con tanquero cada dos horas tratando de mitigar con eso la generación de polvo por la circulación de la maquinaria, a pesar de usar estos tanqueros se observa que no es lo suficiente para mitigar la concentración a la que están expuestos los trabajadores y se debe dotar de equipos de protección personal (EPP).
 - La mascarilla 8210V se escogió por la facilidad de compra en el mercado ecuatoriano además cumple con las especificaciones N95 de la norma 42CFR84 y con la norma NTE INEN 2 423:2005.
 - La mascarilla 8210V es el equipo de protección personal que se debe dotar a los siguientes trabajadores que son: operador de la excavadora, ingeniero residente, chofer de la volqueta, operador de la motoniveladora, por motivo que no sobrepasan el VLA-ED esta medida de control se genera por confort en el trabajo.
 - El Respirador 3M^{MR} serie 6500 es el equipo de protección personal que se debe dotar a los siguientes trabajadores que son: controlador de la excavación, operador del tractor de orugas, controlador de la descarga y compactación, que sobrepasan el VLA-ED. Se utiliza este equipo por la concentración a la que están expuestos los trabajadores antes

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

mencionados y aprovechar que el equipo tiene una mayor vida útil que la mascarilla 8210V.

- Con la utilización de las mascarillas las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ se reducen en un 95% siempre y cuando la mascarilla se encuentre en perfecto estado sin agujeros y una colocación adecuada. Las concentraciones se indican en los gráficos 19 y 20 para una jornada de 8 horas.
- Con la utilización de las mascarillas las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ se reducen en un 95% siempre y cuando la mascarilla se encuentre en perfecto estado sin agujeros y una colocación adecuada. Las concentraciones se indican en los gráficos 21 y 22 para una jornada de 10 horas

Recomendaciones.

- La señal de obligación de uso de equipos de protección personal debe ser renovada con un periodo de tiempo y colocada en un lugar de fácil visibilidad para que los trabajadores o personas extrañas al proyecto estén informados y de esta forma prevenir algún accidente laboral.
- Para controlar el medio donde se origina el polvo se recomienda realizar un riego con tanquero más seguido con un tiempo de por lo menos una hora y media dependiendo el tipo de clima que se encuentre el día.
- Si el riego de agua con tanquero no es muy factible se recomienda utilizar compuestos bituminosos o compuestos químicos que ayudan a evitar que exista una generación de polvo por la circulación de la maquinaria.

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

-
- Desarrollar un control sobre las mascarillas y evitar que estén saturadas con polvo, si el caso fuera que ya está demasiado saturado con polvo realizar un cambio inmediato del equipo de protección personal.
 - Para el operador del tractor de orugas, controlador de la excavación y controlador de la descarga y compactación se recomienda por durabilidad y comodidad de los trabajadores usar Respirador 3M^{MR} serie 6500 que cumple con la misma función de la mascarilla 8210V, pero tiene una mayor vida útil.
 - Evitar que los trabajadores utilicen cualquier otro accesorio extraño al equipo de protección personal que no esté normado y evaluado esto para prevenir una enfermedad por contaminación de polvo.
 - Por los datos obtenidos en la investigación y por motivo de mejorar el confort de los trabajadores se recomienda la utilización de un equipo de protección ocular el mismo que previene que los trabajadores no presentes afectaciones en su salud. Mediante la dotación del equipo de protección ocular Maxim.

Observaciones generales

Durante la toma de muestras se tiene que tener un monitoreo de la velocidad y dirección del viento respecto a la ubicación de los trabajadores porque este factor se puede modificar los resultados obtenidos.

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Concepto final del evaluador

La concentración de polvo a la que están expuestos los trabajadores sobrepasa los valores límites recomendados, lo que genera un mayor riesgo de adquirir enfermedades ocupacionales. La investigación se realizó con la finalidad de crear consciencia en los empleadores y trabajadores sobre la importancia de cuidar su salud, al momento de realizar actividades laborales.

Bibliografía.

ABGES. (2016). *Mediciones de Concentraciones de Material Particulado por el Movimiento de tierras en la Ampliación de la Av. Simon Bolivar Sector Pomasqui*. QUITO: ABGES Laboratorio Analítico Ambiental Cía. Ltda.

ACUERDO-0174. (16 de Agosto de 2016). *Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas*. Obtenido de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-para-la-Construcci%C3%B3n-y-Obras-P%C3%ABlicas.pdf>

Aguilera, E., & Toulkeridis, T. (2005). *El Volcán Cotopaxi, una amenaza que acecha*. Quito.

Andrade, D., Hall, M., Mothes, P., Troncoso, L., Eissen, J.-P., Samaniego, P., . . . Yepes, H. (Noviembre de 2005). Los peligros volcánicos asociados con el Cotopaxi. Quito, Ecuador: Corporación Editora Nacional.

Aneas de Castro, S. (2000). Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía. *Scripta Nova (en línea)*(60). Obtenido de <http://www.ub.edu/geocrit/sn-60.htm>

Baraza Sanchez, X. C. (2014). *Higiene industrial*. Editorial UOC.

Chamorro, D. (14 de Agosto de 2015). El Instituto Geofísico reportó dos explosiones en el volcán Cotopaxi; ceniza cae en el sur de Quito. *El Comercio*. Recuperado el 19 de Julio de 2016, de <http://www.elcomercio.com/actualidad/ministerio-ambiente-explosiones-volcan-cotopaxi.html>

Cuatro temblores sacudieron a Quito. (12 de Agosto de 2015). *El Comercio*. Recuperado el 19 de Julio de 2016, de <http://www.elcomercio.com/actualidad/temblor-sacudio-quito.html>

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

ECURED. (30 de Noviembre de 2016). *ECURED*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Materia_inorg%C3%A1nica

FEMA. (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potencial Seismic Hazards: A Handbook* (Tercera ed.).

Gestión de Riesgo. (2009). Recuperado el 15 de Agosto de 2016, de https://protejete.wordpress.com/gdr_principal/matriz_riesgo/

IGEPN. (17 de Abril de 2016). *INFORME SÍSMICO ESPECIAL N. 13 - 2016*. Recuperado el 19 de Julio de 2016, de <http://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1317-informe-sismico-especial-n-13-2016>

INSHT. (11 de Diciembre de 2016). *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España*. Obtenido de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/LEP%20_VALORES%20LIMITE/Valores%20limite/Limites2015/Limites%20de%20exposicion%202015.pdf

INSHT. (11 de Diciembre de 2016). *NTP 554: Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (II)*. Obtenido de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_554.pdf

José Bartual Sánchez, X. G. (11 de Diciembre de 2016). *NTP 244: Criterios de valoración en Higiene Industrial*. Obtenido de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_244.pdf

Manuel Jesús Falgán Rojo, A. C. (2000). *Manual Básico de Prevención de Riesgos Laborales: Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía*. Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos de Asturias.

METONE. (3 de OCTUBRE de 2016). *AEROCET 531S MANUAL*. Obtenido de http://www.metone.com/docs/531s_operationmanual.pdf

ONCE, d. F. (30 de Noviembre de 2016). *discapnet*. Obtenido de http://salud.discapnet.es/Castellano/Salud/Prevencion_Riesgos/Enfermedades/Paginas/E_L_enfermedad_3.aspx

Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente NEC-SE-DS. (2015).

Quijano Parra, A., Quijano Vargas, M. J., & Henao Martínez, J. A. (enero-junio de 2010). Caracterización fisicoquímica del material particulado fracción respirable PM2.5 en Pamplona-Norte de Santander-Colombia. *Redalyc*, 3.

Evaluación y control del riesgo de afectación a la salud de los trabajadores por el polvo que se genera en el movimiento de tierras en la prolongación de la Av. Simón Bolívar en el sector de Pomasqui

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Jorge Bucheli; Wilson Cando; Oscar Patricio Jaramillo de León; Jonathan Morales Flores

Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de estructuras NEC-SE-RE. (2015).

Rojo, M. J. (2008). *Higiene Industrial manual práctico.* España: Fundación Luis Fernández Velasco.

Secretaría de Gestión de Riesgos. (s.f). *Mapa de amenaza volcán Cotopaxi.* Obtenido de <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1YiUOIQopou41BghFslEuFGxngXE>

TELÉGRAFO, E. (8 de Mayo de 2013). *Prolongación de la Av. Simon Bolívar estará lista en el 2016.* Obtenido de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/quito/1/prolongacion-de-la-av-simon-bolivar-estara-lista-en-2016>