



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES**

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

TESIS DE GRADO

TEMA: “DETERMINACIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO TOTAL PRODUCIDO POR LA EXTRACCIÓN Y TRITURACIÓN DEL MATERIAL PÉTREO CON LA FINALIDAD DE ELABORAR UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO EN EL ÁREA MINERA KUMOCHI SECTOR LAS VIÑAS PARROQUIA IZAMBA, CANTÓN AMBATO. PERÍODO 2014”.

**Trabajo de investigación postulado previo a la obtención del título de
Ingeniero en Medio Ambiente.**

Postulante: Medina Ayala Marco Fabián

Director: Ing. Oscar Daza

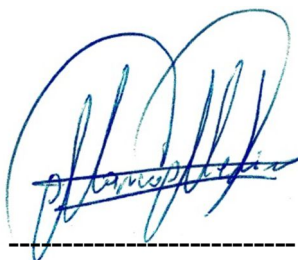
Latacunga – Ecuador

2014

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **MARCO FABIÁN MEDINA AYALA**; declaro bajo juramento que el trabajo descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentada en ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. A través de la presente declaración cedo mi derecho de propiedad intelectual correspondientes a lo desarrollado en este trabajo, a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, según lo establecido por la ley de la propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

POSTULANTE:



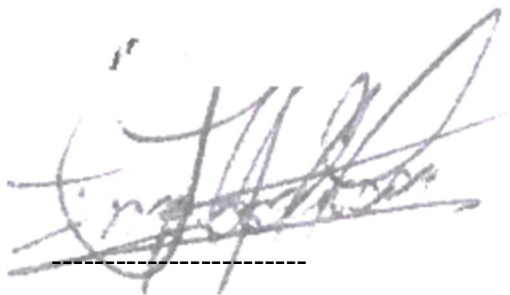
Marco Medina Ayala

C.I. 0503510620

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo, Ing. Daza Oscar Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la presente Tesis de Grado: **“DETERMINACIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO TOTAL PRODUCIDO POR LA EXTRACCIÓN Y TRITURACIÓN DEL MATERIAL PÉTREO CON LA FINALIDAD DE ELABORAR UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO EN EL ÁREA MINERA KUMOCHI SECTOR LAS VIÑAS PARROQUIA IZAMBA, CANTÓN AMBATO. PERÍODO 2014”**, de Marco Fabián Medina Ayala, de la especialidad de Ingeniería de Medio Ambiente.

C E R T I F I C O: Que ha sido prolijamente revisada. Por tanto, autorizo la presentación; de la misma ya que está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, vigente.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ing. Oscar Daza', is written over a horizontal dashed line.

Ing. Oscar Daza

DIRECTOR DE TESIS



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES**

LATACUNGA-COTOPAXI-ECUADOR

CERTIFICACIÓN

En calidad de miembros del tribunal para el acto de Defensa de Tesis del Sr. postulante: Medina Ayala Marco Fabián con el Tema: **“DETERMINACIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO TOTAL PRODUCIDO POR LA EXTRACCIÓN Y TRITURACIÓN DEL MATERIAL PÉTREO CON LA FINALIDAD DE ELABORAR UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO EN EL ÁREA MINERA KUMOCHI SECTOR LAS VIÑAS PARROQUIA IZAMBA, CANTÓN AMBATO. PERIODO 2014”**. Se emitieron algunas sugerencias, mismas que han sido ejecutadas a entera satisfacción, por lo que autorizamos continuar con el trámite correspondiente.

Ing. Ivonne Endara.

Presidenta del Tribunal

Dr. Polivio Moreno.

Opositor del Tribunal

Ing. Alicia Porras.

Miembro del Tribunal



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Medio Ambiente de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: **MEDINA AYALA MARCO FABIÁN**, cuyo título versa **“DETERMINACIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO TOTAL PRODUCIDO POR LA EXTRACCIÓN Y TRITURACIÓN DEL MATERIAL PÉTREO CON LA FINALIDAD DE ELABORAR UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO EN EL ÁREA MINERA KUMOCHI SECTOR LAS VIÑAS PARROQUIA IZAMBA, CANTÓN AMBATO. PERIODO 2014”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, Diciembre del 2014

Atentamente,

Lic. Sonia Jimena Castro Bungacho
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 050197472-9

AGRADECIMIENTO.

El desarrollo de esta tesis no hubiera sido posible sin la ayuda de Dios y el apoyo incondicional de mi madre quien con cariño me ha inculcado los valores de responsabilidad, respeto y cumplimiento.

A mis hermanas por ser en mi vida el pilar fundamental en que me apoyo siempre.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme abierto las puertas y permitido ser parte de ella durante mi vida universitaria, a mis maestros por su paciencia y conocimiento impartidos.

Al Ing. Oscar Daza por haber aceptado ser mi director de tesis y bajo su dirección haber culminado la misma.

A las Ingenieras Alicia Porras, Pilar Gonzales y al Blg. Xavier Carvajal por haberme guiado con paciencia y sabiduría en la estructuración de mi trabajo de grado.

A tu apoyo incondicional y desinteresado, a tus desvelos y empuje, al amor con el me acompañaste en este camino tan importante en mi vida. Paola

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo principalmente a Dios por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre por ser mi fortaleza y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

MARCO FABIÁN MEDINA AYALA

TEMA DE TESIS

**“DETERMINACIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO TOTAL
PRODUCIDO POR LA EXTRACCIÓN Y TRITURACIÓN DEL
MATERIAL PÉTREO CON LA FINALIDAD DE ELABORAR UNA
PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO EN EL ÁREA MINERA KUMOCHI
SECTOR LAS VIÑAS PARROQUIA IZAMBA, CANTÓN AMBATO.
PERÍODO 2014”.**

AUTOR: MARCO MEDINA

DIRECTOR: ING. OSCAR DAZA

RESUMEN

La extracción y trituración de material pétreo en La Mina Ambato, Canteras Nieto y Canteras Kumochi Uno, ubicadas en la ciudad de Ambato sector Las Viñas, en el Área Minera Kumochi, ocasionan que dentro de su proceso productivo se generen grandes cantidades de Material Particulado Total, el cual influye en la salud de los trabajadores y en la calidad de los factores ambientales dentro del área de influencia directa, agua y aire, siendo indispensable la aplicación de varios métodos en especial el cuantitativo con el cual se determinó la cantidad de PM Total con tres monitoreos durante 24 horas en los puntos críticos de emisión en la extracción y trituración de material pétreo, obtenidos a través del análisis de dirección y velocidad del viento, resultados que en conjunto con los análisis de estabilidad atmosférica permitieron realizar modelos de dispersión digitales del material particulado con niveles de concentración a diferentes distancias del foco emisor ubicando los resultados fuera de la norma a distancias inferiores a 100 metros del área de emisión. Una vez definidos los niveles de material particulado se procedió a realizar una matriz de hallazgos enfocada en la mitigación de impactos, a faces críticas de emisión en la trituración y formación inadecuada de bancos al momento de la extracción, factores determinantes que ubican las muestras de PM_{10} por sobre niveles de alerta y las muestras de $PM_{2.5}$ por fuera de la norma según el Texto Unificado De Legislación Ambiental secundaria Del Ministerio Del Ambiente (TULSMA) en su libro VI anexo 4. Haciéndose necesario la realización de una propuesta de Plan de Manejo Ambiental para la extracción y trituración adecuada de material pétreo en el cual se incluyeron programas de prevención y reducción de la contaminación, programa de seguridad y de salud en el trabajo, programa de educación y capacitación ambiental, programa de monitoreo y seguimiento ambiental.

ABSTRACT

The extraction and crushing of stone material in La Mina Ambato, Nieto and Kumochi Uno, canteras they located in Ambato City, Las Viñas in mining Area Kumochi within the production process is generated of particulate Material Total which influences the health of workers and the quality of environmental factors in the direct influence area, water and air through the performance of various methods especially quantitative it determined amount of PM Total with there monitoring for 24 hours at critical points in the extraction and crushing of stone material, it obtained through analysis of direction and speed wind, results with analyzes of atmospheric stability it allowed models of digital dispersion stone material with levels at different distances from the emission source locating the results outside the rule at less than 100 meters from the reception area of distances. Once defined the levels of Stone material it proceeded to perform an array of findings focused on mitigating impacts to critical base emission in crushing and inadequate training of Banks at the time of extraction determinants that place samples PM₁₀ about alert levels and PM_{2.5} samples outside the rule Unified Text according to the Environmental Legislation of Ministry of Environmental (TULSMA) in its book IV Annex 4. Conducting of proposed Environmental management Plan for extraction and crushing of Stone material in which prevention programs and pollution reduction program of safety and health at work, program environmental education and training, program monitoring and environmental monitoring were include.

ÍNDICE

CONTENIDO	Nº DE PÁGINAS.
PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
AVAL DE TRADUCCIÓN	v
<i>AGRADECIMIENTO.....</i>	vi
<i>DEDICATORIA.....</i>	vii
RESUMEN.....	ix
ÍNDICE	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xviii
ÍNDICE DE IMÁGENES	xx
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
III. Formulación Del Problema.....	4
IV. JUSTIFICACIÓN	5
V. OBJETIVOS	7
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO I.....	8
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
1.1 La Atmósfera	8
1.1.1 <i>Propiedades Físicas y Químicas de la Atmósfera</i>	9
1.1.1.1 <i>Composición</i>	9

1.1.1.2	<i>Densidad</i>	13
1.1.1.3	<i>Color</i>	16
1.1.1.4	<i>Estructura</i>	16
1.1.1.5	<i>La Tropósfera</i>	17
1.1.1.5.1	<i>la estratósfera</i>	17
1.1.1.5.2	<i>la mesósfera</i>	18
1.1.1.6	<i>La Ionósfera</i>	18
1.1.2	<i>Parámetros Atmosféricos</i>	19
1.1.2.1	<i>Temperatura</i>	19
1.1.2.2	<i>Presión Atmosférica</i>	20
1.1.2.3	<i>Humedad</i>	21
1.1.2.4	<i>Vientos</i>	22
1.1.2.5	<i>Precipitaciones</i>	23
1.1.3	<i>Importancia de la Atmósfera</i>	24
1.2	<i>Calidad del Aire</i>	24
1.2.1	<i>Contaminación Atmosférica</i>	25
1.2.1.1	<i>Fuentes de Contaminación del Aire</i>	26
1.2.1.1.1	<i>contaminantes primarios</i>	26
1.2.1.1.2	<i>Contaminantes Secundarios</i>	30
1.3	<i>Concentración de Material Particulado Total</i>	31
1.3.1	<i>Monitoreo Atmosférico de Material Particulado</i>	35
1.3.2	<i>Sistemas Activos de Monitoreo</i>	36
1.3.2.1	<i>Analizadores Automáticos</i>	36
1.3.2.2	<i>Sensores Remotos</i>	37
1.3.2.3	<i>Sistemas Pasivos de Monitoreo</i>	38
1.4	<i>Plan de Manejo Ambiental</i>	39
1.4.1	<i>Objetivo del Plan de Manejo Ambiental</i>	39

1.4.2	<i>Programas del Plan de Plan de Manejo Ambiental</i>	40
1.4.2.1	<i>El Programa de Monitoreo</i>	40
1.4.2.2	<i>Programa de Mitigación de Impactos</i>	40
1.4.2.3	<i>Programa de Reparación o Restauración</i>	41
1.4.2.4	<i>Programa de Contingencias</i>	41
1.5	Marco Legal.....	41
1.5.1	<i>Normativa Ecuatoriana</i>	42
	• <i>Constitución de la República del Ecuador, publicada en el R.O: Nro. 449 el 20 de octubre de 2008.</i>	42
	• <i>Convenio de la Organización Meteorológica Mundial, ratificado mediante Decreto No. 473A, publicado en Registro Oficial No. 850 de 28 de junio de 1951.</i> 45	
	• <i>Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono</i>	46
	• <i>Ley de Gestión Ambiental Publicada en el R.O. No. 245 del 30 de Julio de 1999</i> 47	
	• <i>Ley de Minería R.O. 537 Quito, jueves 29 de enero de 2009</i>	48
	• <i>Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.</i>	49
	• <i>Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)</i>	50
	CAPÍTULO II.....	54
2.	PROCESO METODOLÓGICO.....	54
2.1	Diseño de la investigación.	54
2.1.1	<i>Tipos de investigación</i>	54
2.1.1.1	<i>Investigación Cualitativa.</i>	54
2.1.1.2	<i>Investigación Cuantitativa</i>	55
2.1.1.3	<i>Investigación Aplicada</i>	55
2.1.1.4	<i>Investigación de Campo</i>	55
2.1.2	<i>Métodos Empleados</i>	56
2.1.2.1	<i>Método Deductivo.</i>	56

2.1.2.2	<i>Método Analítico</i>	56
2.1.2.3	<i>Método Descriptivo</i>	56
2.1.2.4	<i>Método de la Medición</i>	57
2.1.3	<i>Técnicas Empleadas</i>	57
2.1.3.1	<i>Técnica de la Observación</i>	57
2.1.4	<i>Materiales y Equipos Utilizados</i>	57
2.1.4.1	<i>Equipos Utilizados</i>	57
2.1.4.2	<i>Personal Técnico en la Obtención de Datos</i>	59
2.1.4.3	<i>Programa de Modelación de Dispersión Virtual Screen View Free</i>	59
2.1.5	<i>Metodología</i>	60
2.2	<i>Descripción del Área de Estudio</i>	62
2.2.1	<i>Ubicación del Ensayo</i>	62
2.2.2	<i>Vía de Acceso</i>	62
2.2.3	<i>Mina Ambato</i>	64
2.2.3.1	<i>Sistema de Explotación</i>	65
2.2.3.1.1	<i>altura de talud</i>	65
2.2.3.1.2	<i>ángulo de talud</i>	66
2.2.3.1.3	<i>ancho de la berma</i>	66
2.2.3.1.4	<i>prisma de deslizamiento</i>	67
2.2.3.1.5	<i>plataforma de trabajo</i>	67
2.2.3.1.6	<i>extracción de material laharico</i>	68
2.2.3.2	<i>Trituración de Material Pétreo Mina Ambato</i>	69
2.2.4	<i>Canteras Nieto</i>	73
2.2.4.1	<i>Sistema de Explotación Canteras Nieto</i>	74
2.2.4.2	<i>Trituración de Material Pétreo Canteras Nieto</i>	76
2.2.5	<i>Canteras Kumochi Uno</i>	78
2.2.5.1	<i>Sistema de Explotación Canteras Kumochi Uno</i>	80
2.3	<i>Condiciones Climáticas del Área de Estudio</i>	82

2.3.1	<i>Temperatura</i>	82
2.3.2	<i>Humedad Relativa</i>	83
2.3.3	<i>Precipitación</i>	84
2.3.4	<i>Dirección del Viento</i>	85
2.3.5	<i>Velocidad del Viento</i>	87
2.3.6	<i>Estabilidad Atmosférica</i>	88
2.3.6.1	<i>Altura de Mezcla</i>	88
2.4	<i>Análisis e Interpretación de Resultados</i>	89
2.4.1	<i>Tipo de medición realizada</i>	89
2.4.2	<i>Matriz de Evaluación de Conformidades y No Conformidades</i>	115
2.4.2.1	<i>Nomenclatura:</i>	115
CAPITULO III.....		120
3. PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA EXTRACCIÓN Y TRITURACIÓN ADECUADA, DE MATERIAL PÉTREO.		120
3.1	<i>Introducción</i>	120
3.2	<i>Objetivo General</i>	121
3.2.1	<i>Objetivos Específicos.</i>	121
3.2.2	<i>Alcance de la Propuesta del Plan de Manejo Ambiental para la Extracción y Trituración de Material Pétreo adecuado en el Área Minera Kumochi.</i>	122
3.2.3	<i>Programa de Prevención y Reducción de la Contaminación</i>	122
3.2.4	<i>Objetivo</i>	123
3.2.5	<i>Alcance del Programa</i>	123
3.2.6	<i>Responsable del Programa</i>	123
3.2.6.1	<i>Descripción de las Actividades</i>	123
3.2.6.1.1	<i>emisiones de material particulado provenientes de la extracción de material pétreo</i>	124
3.2.6.1.2	<i>emisiones de material particulado provenientes de la trituración de material pétreo</i>	126
3.2.7	<i>Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo</i>	131

3.2.7.1	<i>Objetivo</i>	131
3.2.7.2	<i>Alcance del Programa</i>	132
3.2.7.3	<i>Responsable del Programa</i>	132
3.2.7.4	<i>Descripciones de las Actividades</i>	132
3.2.8	<i>Programa de Educación y Capacitación Ambiental</i>	135
3.2.8.1	<i>Objetivo</i>	135
3.2.8.2	<i>Alcance del Programa</i>	136
3.2.8.3	<i>Responsable de Proyecto</i>	136
3.2.8.4	<i>Descripciones de las Actividades</i>	136
3.2.9	<i>Programa de Monitoreo y Seguimiento Ambiental</i>	137
3.2.9.1	<i>Objetivo</i>	137
3.2.9.2	<i>Alcance del Programa</i>	138
3.2.9.3	<i>Responsable del Programa</i>	138
3.2.9.4	<i>Descripciones de las Actividades</i>	138
3.2.10	<i>Presupuesto del Plan de Manejo Ambiental</i>	139
3.3	<i>Conclusiones y Recomendaciones</i>	144
3.3.1	<i>Conclusiones</i>	144
3.3.2	<i>Recomendaciones</i>	146
3.4	<i>Referencias Bibliográficas</i>	147
3.4.1	<i>Libros</i>	147
3.4.2	<i>Linkografías</i>	149
3.4.3	<i>Tesis Publicadas</i>	151
3.4.4	<i>Anexos y Gráficos</i>	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla # 1. COMPOSICION DE LA ATMÓSFERA A NIVEL SUPERFICIAL.	13
Tabla # 2. ALTITUD Y DENSIDAD CORRESPONDIENTE A LA PRESIÓN ATMOSFERICA.	14
Tabla # 3. CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES COMUNES QUE DEFINEN LOS NIVELES DE ALERTA, DE ALARMA Y DE EMERGENCIA EN LA CALIDAD DEL AIRE.	51
Tabla # 4. METODOS DE MEDICION DE CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES COMUNES DEL AIRE.	52
Tabla # 5. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.	63
Tabla # 6. COORDENADAS PSAD 56 A WGS84.	65
Tabla # 7. COORDENADAS PSAD 56 A WGS84.	74
Tabla # 8. COORDENADAS PSAD 56 a WGS84.	79
Tabla # 9. UBICACIÓN ESTACIÓN METEOROLÓGICA AEROPUERTO AMBATO.	82
Tabla # 10. TEMPERATURA.	83
Tabla # 11. HUMEDAD RELATIVA.	84
Tabla # 12. PRECIPITACION.	85
Tabla # 13. DIRECCION DEL VIENTO.	86
Tabla # 14. VELOCIDAD DEL VIENTO.	87
Tabla # 15. RESULTADO DEL MONITOREO PUNTO 1.	89
Tabla # 16. CRITERIOS DE LA NORMATIVA PARA MATERIAL PARTICULADO TOTAL PUNTO 1.	90
Tabla # 17. TIPOS DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA PRESENTADAS EL DÍA 26 DE MAYO DEL 2014.	91
Tabla # 18. RESULTADO DE MONITOREO PUNTO 2.	98
Tabla # 19. CRITERIOS DE LA NORMATIVA PARA MATERIAL PARTICULADO TOTAL PUNTO 2.	98
Tabla # 20. TIPOS DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA PRESENTADAS EL DÍA 16 DE JUNIO DEL 2014.	100

Tabla # 21. RESULTADO DE MONITOREO PUNTO 3.	106
Tabla # 22. CRITERIOS DE LA NORMATIVA PARA MATERIAL PARTICULADO TOTAL PUNTO 3.	106
Tabla # 23. TIPOS DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA PRESENTADAS EL DÍA DE MUESTREO 16 DE JUNIO DEL 2014.	108
Tabla # 24. PRESUPUESTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.	140

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico # 1. DISTRIBUCION DE LA DENCIDAD (ρ).	15
Gráfico # 2. DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE LAS PARTÍCULAS EN LA ATMÓSFERA.	35
Gráfico # 3. MÉTODOS ACTUALMENTE UTILIZADOS POR LOS ANALIZADORES AUTOMATICOS DE GASES.	37
Gráfico # 4. NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE.	42
Gráfico # 5. ÁREA MINERA KUMOCHI EN EL CANTÓN AMBATO.	63
Gráfico # 6. GEORREFERENCIACIÓN CANTERA AMBATO.	64
Gráfico # 7. GEOREFERENCICIÓN 3D DEL AREA DE EXPLOTACIÓN MINA AMBATO.	69
Gráfico # 8. GEORREFERENCIACIÓN CANTERAS NIETO.	73
Gráfico # 9. GEORREFERENCIACIÓN 3D DEL BANCO DE EXPLOTACION CANTERAS NIETO.	76
Gráfico # 10. GEORREFERENCIACIÓN CANTERAS KUMOCHI.	79
Gráfico # 11. GEORREFERENCIACIÓN 3D DEL BANCO DE EXPLOTACIÓN CANTERAS KUMOCHI.	81
Gráfico # 12. TEMPERATURA.	83
Gráfico # 13. HUMEDAD RELATIVA.	84
Gráfico # 14. PRECIPITACIÓN.	85
Gráfico # 15. DIRECCION DEL VIENTO.	86
Gráfico # 16. VELOCIDAD DEL VIENTO.	87

Gráfico # 17. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{10} ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO C.....	92
Gráfico # 18. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE $PM_{2.5}$ ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA C.....	93
Gráfico # 19. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{10} ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA F.....	94
Gráfico # 20. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE $PM_{2.5}$ ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA F.....	95
Gráfico # 21. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{10} ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA B.....	96
Gráfico # 22. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE $PM_{2.5}$ ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA B.....	97
Gráfico # 23. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{10} ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA D.....	101
Gráfico # 24. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE $PM_{2.5}$ PUNTO 2 ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA D.....	102
Gráfico # 25. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{10} PUNTO 2 ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO B VELOCIDAD DEL VIENTO 1M/S Y 1.36 M/S.....	103
Gráfico # 26. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE $PM_{2.5}$ PUNTO 2 ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO B VELOCIDAD DEL VIENTO 1M/S Y 1.36 1M/S.....	104
Gráfico # 27. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{10} ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA C.....	109
Gráfico # 28. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE $PM_{2.5}$ PUNTO 3 ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO C.....	110
Gráfico # 29. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{10} PUNTO 3 ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO B.....	111
Gráfico # 30. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE $PM_{2.5}$ PUNTO 3 ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO B.....	112
Gráfico # 31. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE $PM_{2.5}$ PUNTO 3 ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO A.....	113

Gráfico # 32. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE $PM_{2.5}$ PUNTO 3 ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO B.....	114
Gráfico # 33. CARANEADO DE LA TOLVA EN LA PRIMARIA.....	127
Gráfico # 34. SISTEMAS DE DESCENSO DE MATERIAL.....	128
Gráfico # 35. CARANEADO DE CUERPOS DE TRITURACIÓN	129
Gráfico # 36. CARANEADO DE CUERPOS DE TRITURACIÓN.	130
Gráfico # 37. RIEGO CON ASPERSORES DE LAS ZONAS DE TRÁNSITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.	131
Gráfico # 38. TIPO DE SEÑALÉTICA A UTILIZARSE.....	135

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen # 1. MUESTREADOR DE PARTICULAS A BATERIA.	58
Imagen # 2. MUESTREADOR DE PM_{10} y $PM_{2.5}$	59
Imagen # 3. TRITURACIÓN PRIMARIA MINA AMBATO.	71
Imagen # 4. TRITURACIÓN TERCIARIA.....	72
Imagen # 5. TRITURACIÓN Y CRIBADO.....	78
Imagen # 6. CAÑON NEVULIZADOR DE AGUA.....	125

I. INTRODUCCIÓN

Toda explotación minera ya sea esta artesanal o pequeña minería genera impactos negativos hacia el ambiente desde la última década el múltiple y variado uso industrial que representan los materiales de construcción en el desarrollo de los planes habitacionales, carreteras interprovinciales, caminos vecinales han demandado grandes cantidades en todo el Ecuador, sin ser una parte aislada el centro del país en donde en la actualidad se vienen desarrollando grandes proyectos viales para los cuales desde principios del año 2000 se han venido extrayendo alrededor de 20.000.000 m³ de material árido y pétreo el cual para ser procesado y asimilable a las distintas obras y su uso requiere de procesos como la trituración el cual es una de las principales fuentes de contaminación de material particulado emitido a la atmósfera, de igual manera la extracción o desgarre el cual al ser realizados de maneras anti-técnicas han generado enormes cantidades de polvo que por efectos del viento o advección pueden ser trasladados a zonas pobladas en donde tienen incidencia directa en los pobladores convirtiéndose en una de las principales fuentes de enfermedades respiratorias además de la pérdida del endemismo en ecosistemas de influencia indirecta.

Al encontrarse dichas actividades de trituración y arranque de material laharico a distancias aproximadas de 3 km de las zonas agrícolas pueden generar inconvenientes para la horticultura del lugar, produciendo pérdidas económicas para los agricultores debido a las deficientes medidas de prevención de emisiones de material particulado adoptadas por los titulares mineros.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación ambiental en la actualidad presenta un incremento bastante significativo y vertiginoso relacionado directamente con el desarrollo vial, estructural, habitacional y tecnológico. Alrededor de todo el mundo, la actividad minera genera impactos negativos como la destrucción de hábitats, la contaminación por material particulado, emisiones producto de la combustión incompleta de combustibles fósiles, ruido, vibración, contaminación visual. Entre estos, el material particulado es uno de los que más efectos negativos ocasiona en la salud de las personas, animales silvestres y domésticos trayendo consigo enfermedades de tipo fisiológico, debido a la afectación del entorno ambiental de factores que tienen contacto directo o se encuentran en áreas de influencia.

En procesos específicos de minería se requieren medidas ambientales de mitigación severas para conservar en lo posible las condiciones ambientales y laborales del lugar en rangos permisibles de contaminación.

En nuestro país existe gran cantidad de actividades mineras metálicas y no metálicas ya sean artesanales, pequeña minería o minería a gran escala las cuales han tenido un repunte significativo debido al descubrimiento de yacimientos de cobre y oro en el país, al desarrollo vial, habitacional y demás mega proyectos los cuales requieren de material laharico para su desarrollo. Su incidencia ambiental está representada en las grandes extensiones de terreno concesionada, en su forma de explotación, en el uso de maquinaria pesada para su transporte trituración y extracción que generan unos de los principales problemas ambientales, la contaminación atmosférica por emisiones de CO_x NO_x SO_x y Material Particulado con la probabilidad de ocasionar daños irreversibles al ambiente y seres humanos expuestos de forma directa e indirecta por factores climáticos, laborales, sociales y demográficos.

En la ciudad de Ambato las áreas de explotación minera se encuentran ubicadas en su mayoría en las orillas del río de Ambato, en el sector conocido como Las Viñas de donde desde principios del año 2000 se han venido extrayendo alrededor de 10 millones de metros cúbicos de material árido y pétreo cambiando drásticamente el paisaje del lugar y emitiendo grandes cantidades de material particulado total a la atmósfera.

La trituración del material pétreo y su extracción son las principales fuentes de emisiones a la atmósfera en la zona, debido a la presencia de uno de los aprovechamientos libres más grandes del país combinado con características climáticas, la no existencia de planes de manejo ambiental dirigidos al control de las emisiones en trituradoras y bancos de explotación producen grandes nubes de material particulado.

Al no contar con planes de manejo aprobados ante el ministerio del ambiente no existe ningún tipo de prevención y control de la contaminación sobrepasando los límites permisibles.

III. Formulación Del Problema

¿La determinación del Material Particulado Total en la extracción y trituración de material pétreo, ayudará a la elaboración de un Plan de Manejo Ambiental para su control en el área minera Kumochi sector Las Viñas Cantón Ambato 2014?

IV. JUSTIFICACIÓN

El sector Las Viñas Parroquia Izamba es una zona completamente minera por la formación geológica, áreas que son concesionadas a personas calificadas por el ministerio de Recursos No Renovables, para la extracción de material pétreo el cual es aprovechado en el área de construcción vial, construcción de viviendas desarrollo urbanístico y demás obras de infraestructura.

Por ello y en función de las políticas nacionales e internacionales, el presente estudio brindara un aporte indiscutible en el espectro minero del sector las viñas Parroquia Izamba Cantón Ambato el cual generara datos reales sobre la calidad del aire específicamente en material particulado total.

Por lo cual se realizara un estudio teórico – práctico, en donde se efectuara muestras reales de campo, información que será procesada en gabinete, y desde luego se describirá los procesos de monitoreo, registro y análisis de datos de Material Particulado PM_{10} , $PM_{2,5}$ los cuales visualizaran la contaminación del aire, sus niveles y concentración de masa. Siendo los métodos a utilizar, propios de una estación de muestreo fijo de la calidad del aire y esencialmente en material particulado total.

Lo que se constituirá como un aporte de carácter científico; por su significancia técnica, permitiendo que las autoridades, estudiantes e investigadores, tomen decisiones ante el estado actual del aire en el sector Las Viñas Parroquia Izamba Cantón Ambato

Por ello, y al ser una necesidad local, este trabajo investigativo tiene una alta factibilidad, tanto por el interés del postulante como por la base científica generada a través del monitoreo.

Hecho que ocasionara un beneficio ambiental a la comunidad del sector Izamba Pishilata y demás zonas de influencia directa e indirecta y al cantón en general.

V. OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar el Material Particulado Total producido por la extracción y trituración de material pétreo, a través de la aplicación del método gravitatorio, con la finalidad de elaborar un plan de manejo en el Área Minera Kumochi Sector Las Viñas Parroquia Izamba, Cantón Ambato. Periodo 2014

Objetivos Específicos

- Determinar el área de influencia directa de la problemática ambiental que se está generando en el proceso de extracción y trituración del material pétreo mediante georreferenciación, en el sector Las Viñas Parroquia Izamba Cantón Ambato
- Evaluar los niveles de contaminación por Material Particulado Total producido por la extracción y trituración del material pétreo a través del monitoreo de campo.
- Elaborar una propuesta de Plan de Manejo Ambiental para la extracción y trituración adecuada, de material pétreo en el Área minera Kumochi, sectorLas Viñas Parroquia Izamba Cantón Ambato.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 La Atmósfera

Según CASAS J. (2007) **La atmósfera es la capa gaseosa que rodea la tierra, cuyo espesor aproximado es de 1000 km. Pág. 83.**

Según ERRAZURIZ K. (2002) **La atmósfera es la capa terrestre que envuelve y acompaña a la tierra en su permanente movimiento por el espacio. Pág. 43.**

Según J.M. y M.F. PITA (2001) **La atmósfera es una capa gaseosa de aproximadamente 10.000 km de espesor que rodea la litosfera e hidrosfera. Está compuesta de gases y de partículas sólidas y líquidas en suspensión atraídas por la gravedad terrestre. Pág. 58.**

La mezcla de gases que forma el aire actual se ha desarrollado a lo largo de 4.500 millones de años. La atmósfera primigenia debió estar compuesta únicamente de emanaciones volcánicas, es decir, vapor de agua, dióxido de carbono, dióxido de azufre y nitrógeno, sin rastro apenas de oxígeno. Para lograr la transformación han tenido que desarrollarse una serie de procesos. Uno de ellos fue la condensación. Al enfriarse, la mayor parte del vapor de agua de origen volcánico se condensó, dando lugar a los antiguos océanos. También se produjeron reacciones químicas. Parte del dióxido de carbono debió reaccionar con las rocas de la corteza terrestre para formar carbonatos, algunos de los cuales se disolverían en los nuevos océanos.

Más tarde, cuando evolucionó la vida primitiva capaz de realizar la fotosíntesis, empezó a producir oxígeno. Hace unos 570 millones de años, el contenido en oxígeno de la atmósfera y los océanos aumentó lo bastante como para permitir la existencia de la vida marina. Más tarde, hace unos 400 millones de años, la atmósfera contenía el oxígeno suficiente para permitir la evolución de animales terrestres capaces de respirar aire.

1.1.1 Propiedades Físicas y Químicas de la Atmósfera

1.1.1.1 Composición

Según: ERRAZURIZ K. (1998) Es una mezcla de varios gases y aerosoles, forma el sistema ambiental integrado con todos sus componentes. Entre sus variadas funciones mantiene condiciones aptas para la vida. Su composición es sorprendentemente homogénea, resultado de procesos de mezcla, el 50% de la

masa está concentrado por debajo de los 5 km m.s.n.m. Los gases más abundantes son el N_2 y O_2 .

La composición de la atmósfera depende de la forma en que el planeta y su atmósfera se originaron, además depende de los procesos físicos, químicos y biológicos que continuamente modifican los gases que la componen, pues la concentración de algunos gases puede disminuir, mientras que la de otros puede aumentar. Esto se puede llevar a cabo por medio de fenómenos tales como las erupciones volcánicas, que incrementan la concentración de gases en la atmósfera; mientras que las reacciones fotoquímicas entre la radiación solar y algunos gases, o simplemente el escape de los gases ligeros en el tope de la atmósfera, disminuyen las concentraciones de otros gases. Por arriba de los 80 km los procesos de mezcla en la atmósfera son muy pequeños, por lo que la difusión molecular domina en la distribución individual de los gases; de tal manera que los gases más pesados permanecen en niveles bajos, mientras que la concentración de gases ligeros tiende a ser más importante en niveles superiores. La atmósfera es una mezcla de tres tipos de constituyentes gaseosos:

- **Gases permanentes:** el Nitrógeno molecular, N_2 , y el Oxígeno molecular, O_2 , forman el 99 % del volumen de la atmósfera. Estos gases son pasivos en los procesos meteorológicos, aunque el Oxígeno puede reaccionar químicamente con otros componentes o con la radiación solar, pero siempre manteniendo su proporción permanentemente. Aunque estos dos gases son los de mayor concentración en la atmósfera y el oxígeno es particularmente importante en todos los procesos biológicos, ninguno de estos gases es significativamente importante en el estudio de los fenómenos meteorológicos y climáticos.
- **Gases variables:** hay principalmente tres gases atmosféricos que tienen una gran importancia en los distintos procesos meteorológicos: vapor de agua,

dióxido de carbono y ozono. El vapor de agua, H₂O, cuya principal fuente es el océano y todos los grandes cuerpos de agua en la superficie terrestre, así como la flora y la fauna, a través del proceso de evapotranspiración. La importancia de este gas radica en su relación directa con todos los procesos meteorológicos, con la absorción de radiación infrarroja y con el balance de calor en la atmósfera. La cantidad de vapor de agua varía considerablemente de región a región, dependiendo principalmente de su cercanía a las zonas de mayor evaporación y donde la atmósfera tiene una mayor capacidad de retención de la humedad. Ya que toda el agua proviene de la superficie terrestre, la concentración de esta decrece rápidamente con la altura. A diferencia de los otros constituyentes, el H₂O puede cambiar de estado y convertirse de vapor a líquido, formándose las gotas de lluvia y precipitarse de regreso a la superficie terrestre, siendo esta la principal causa por la que la concentración de vapor de agua disminuye drásticamente con la altura. El vapor de agua tiene una concentración máxima del orden del 4 % del volumen total de aire, cerca de la superficie de la tierra, pero es prácticamente nulo por arriba de los 15 km. El dióxido de Carbono, CO₂, también absorbe radiación infrarroja terrestre; su principal fuente es el océano, que almacena una gran cantidad, se relaciona directamente con las principales actividades humanas, tales como la combustión de hidrocarburos por la industria y la respiración, así como con la flora, en el proceso de la fotosíntesis. En el ciclo de carbono, el dióxido de carbono es el componente más importante debido a su estabilidad y a su distribución en los tres medios (aire, agua y sólido) terrestres. El gas de CO₂ es continuamente transferido de la atmósfera a la biosfera por el proceso de la fotosíntesis y transferido a la atmósfera por medio de la oxigenación de los compuestos y fósiles orgánicos y por la respiración de los seres vivos. El CO₂ se comunica entre la atmósfera y la hidrosfera por medio del intercambio molecular en la interface mar-aire. La importancia del CO₂ en la concentración y composición de la atmósfera se hace evidente en i) los distintos procesos de oxidación, ii) su participación en la fotosíntesis, iii) su alta solubilidad en los océanos y iv) su rápida difusión en la atmósfera. El Ozono, O₃, es una molécula compuesta por tres átomos de Oxígeno. El O₃ se forma en la

atmósfera al disociarse el Oxígeno molecular por la radiación ultravioleta en altitudes entre 20 y 70 km, con su máxima concentración en la vecindad de 20 a 30 km, en la estratosfera, y está directamente relacionada con el aumento de la temperatura en la estratopausa, a los 50 km de altura aproximadamente. La principal importancia de este constituyente radica en su función protectora de radiación solar ultravioleta. La concentración y existencia de estos gases variables depende fuertemente de los procesos térmicos y dinámicos de escala local, así como de las distintas actividades humanas.

- **Constituyentes no-gaseosos:** En la atmósfera también se encuentra un gran número de componentes no-gaseosos, conocidos como aerosoles, tales como las partículas volcánicas, polvos, humos, sales, etc. (Fig.1.4). Las concentraciones de estos componentes pueden variar grandemente, como por ejemplo, cuando ocurre una erupción volcánica cubriendo una gran extensión de la atmósfera o sobre las ciudades industriales en que se emiten distintos contaminantes. Todos estos constituyentes tienen un efecto importante en la composición atmosférica. Los aerosoles pueden ser sólidos o líquidos y son muy importantes en distintos procesos atmosféricos, tales como la formación de nubes, la precipitación la visibilidad y el balance de calor. Las principales fuentes de emisión de aerosoles son las erupciones volcánicas, la erosión de la superficie terrestre, la contaminación industrial y la evaporación de los océanos que transporta sales a la atmósfera.

En general, se considera que la atmósfera, compuesta de aire seco y limpio, tiene principalmente los siguientes elementos: Nitrógeno (78.08 %), Oxígeno (20.95 %), Argón (0.93 %), dióxido de Carbono (0.03 %) y gases neutros (0.01 %). Además, en condiciones normales, el aire contiene también otros componentes tales como agua (vapor, líquido, sólido), polvos, humos, granos de polen, contaminantes químicos, sales y distintos aerosoles que flotan o están suspendidos en la atmósfera. Estos materiales, que son altamente variables en tiempo y

espacio, tienen una función muy importante en los procesos meteorológicos, particularmente el agua, los aerosoles y los contaminantes químicos, que son partículas higroscópicas, y pueden servir como núcleos de condensación, en los que se aglomeran moléculas de vapor de agua para formar gotas y finalmente sistemas de nubes.

Tabla # 1. COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA A NIVEL SUPERFICIAL.

Constituyente	Símbolo	Porcentaje %	Tiempo de permanencia
Nitrógeno	N ₂	78	4 x 10 ⁸ años
Oxígeno	O ₂	20.9	6 x 10 ³ años
Argón	Ar	9 x 10 ⁻¹	permanente
Dióxido de Carbono	CO ₂	3 x 10 ⁻²	10 años
Neón	Ne	1 x 10 ⁻⁴	permanente
Helio	He	5 x 10 ⁻⁵	2 x 10 ⁶ años
Metano	CH ₄	1.5 x 10 ⁻⁵	5 años
Kriptón	Kr	1.1 x 10 ⁻⁵	permanente
Hidrógeno	H ₂	5 x 10 ⁻⁶	5 años
Oxido nitroso	N ₂ O	3 x 10 ⁻⁶	50 años
Xenón	Xe	8 x 10 ⁻⁷	permanente
Monóxido de carbono	CO	2-6 x 10 ⁻⁷	0.5 años
Ozono	O ₃	1-3 x 10 ⁻⁷	variable
Vapor de agua	H ₂ O	< 4	variable
Clorofluorocarbonos	CFCl ₃	1.3x10 ⁻⁹	50 - 100 años
	CFCl ₂	2.3x10 ⁻⁹	

Fuente: REYES C. (2002).

1.1.1.2 Densidad

Según CASAS Jose y JOU David (2007). La densidad Es variable a medida que nos alejamos de la superficie terrestre. Los primeros 50 km concentran el 55% del aire los siguientes 25 kilómetros un 40 % del aire pasando los 60 kilómetros de altura solo queda la milésima parte y así sucesivamente hasta llegar al espacio exterior.

La densidad, ρ , de un fluido homogéneo se define como la masa, M , dividida por el volumen, V , que ocupa. La densidad depende de muchos factores tales como la temperatura y la presión a que está sometido el fluido. En los líquidos, la densidad varía muy poco, en amplios límites de presión y temperatura, pudiéndose tratar como constante a primera aproximación. En cambio, la densidad en un gas es muy sensible a los cambios de temperatura y de presión. En el caso del aire en la atmósfera, este es atraído por la fuerza de gravedad terrestre, comprimiéndolo y haciéndolo más denso conforme más profunda es la atmósfera; por lo que la mayor parte de la masa atmosférica está concentrada en los primeros kilómetros sobre la superficie terrestre. Pag. 156.

Tabla # 2. ALTITUD Y DENSIDAD CORRESPONDIENTE A LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA.

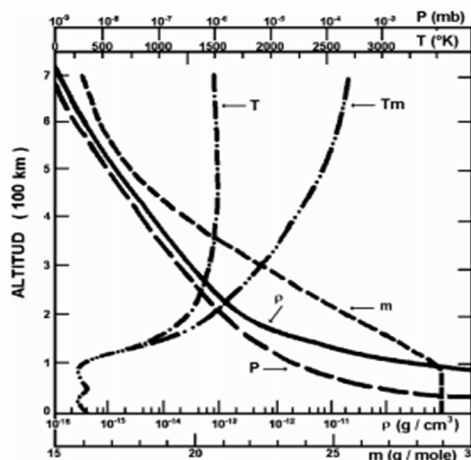
Razón de presión P_z/P_o	altitud (km)	densidad (part/cm ³)
1	0	2.6×10^{19}
10^{-1}	16	3.6×10^{18}
10^{-2}	31	3.4×10^{17}
10^{-3}	50	2.1×10^{16}
10^{-4}	73	2.7×10^{15}
10^{-5}	91	2.7×10^{14}
10^{-6}	114	2.0×10^{13}
10^{-7}	150	1.4×10^{12}
10^{-8}	198	1.0×10^{11}
10^{-9}	270	7.5×10^9
10^{-10}	392	5.4×10^8
10^{-11}	725	3.0×10^7
10^{-12}	1,180	3.0×10^6
10^{-13}	1,700	3.0×10^5
10^{-14}	2,300	4.0×10^4
10^{-15}	3,000	3.0×10^3
10^{-16}	4,000	3.0×10^2
10^{-17}	19,000	3×10
6×10^{-18}	70,000	18

Fuente: REYES C. (2002).

En la atmósfera baja (en la tropósfera y en la estratósfera), por abajo de los 50 km, tanto la temperatura como la presión se miden rutinariamente, por medio de globos de radio sondeo, por lo que la densidad puede ser derivada a partir de la ecuación de estado. En la atmósfera alta (en la mesosfera y en la termosfera), por arriba de los 50 km, las observaciones de los parámetros atmosféricos no se hacen tan frecuentemente y se tienen que emplear otros métodos, tales como cohetes, por lo que los datos de temperatura no son tan confiables.

A estas alturas, las observaciones directas de la presión y la densidad del aire se toman como base para derivar el campo de temperatura, usando la ecuación de estado y la ecuación de balance hidrostático. Con estos resultados experimentales se puede determinar la atmósfera estándar. La composición de la atmósfera cambia drásticamente por arriba de los 80 km, de tal manera que el peso molecular, m , difiere de su valor en la superficie ($m_0 = 28.966 \text{ kg mol}^{-1}$) y ya que el cociente T/m , puede ser calculado más exactamente que la temperatura o el peso molecular independientemente, entonces se define la temperatura molecular como, $T_m = (m / m_0) T$. Nótese que la estructura y composición de la atmósfera por arriba de los 80 km es muy incierta, por lo que aún se deben refinar más los métodos observacionales.

Gráfico # 1. DISTRIBUCIÓN DE LA DENSIDAD (ρ).



Fuente: REYES C. (2002)

1.1.1.3 Color

Durante el día y desde la superficie terrestre, el color de la atmósfera se ve azul esto se debe a que la luz del Sol, que se compone de varios colores, es dispersada por las moléculas de aire, de manera que a nuestros ojos llega principalmente el azul.

Al atardecer o en el amanecer los rayos inciden de forma oblicua en la Tierra, realizan un mayor recorrido hasta alcanzar la superficie terrestre. Durante este camino se absorben todos los colores y sólo llegan los rojizos.

1.1.1.4 Estructura

La atmósfera se compone de varios estratos esféricos concéntricos separados por estrechas zonas de transición. Aún no se ha determinado el límite superior de la atmósfera pero los satélites artificiales han puesto de manifiesto que hasta los 1000 o 1200Km por encima del nivel del mar se encuentran partículas gaseosas atraídas por la gravedad. Más del 99% de la masa de la atmósfera se concentra en los primeros 40 km. desde la superficie terrestre y a medida que la distancia desde la Tierra aumenta, la cantidad de gases que contiene va disminuyendo.

La atmósfera aumenta o disminuye su volumen por la acción de la temperatura. Esto da lugar a cambios de presión y origina que la atmósfera se expanda y se contraiga (compresibilidad).

Por ser una capa gaseosa, la atmósfera adopta la forma de la Tierra, ya que los gases de las regiones polares se contraen al enfriarse y su espesor es menor. Todo lo contrario ocurre en la zona ecuatorial, donde las temperaturas altas dilatan los gases y aumentan el espesor de la atmósfera.

1.1.1.5 La Tropósfera

Llega hasta un límite superior (tropopausa) situado a 9 Km de altura en los polos y los 18 km en el ecuador. En ella se producen importantes movimientos verticales y horizontales de las masas de aire (vientos) y hay relativa abundancia de agua. Es la zona de las nubes y los fenómenos climáticos: lluvias, vientos, cambios de temperatura, y la capa de más interés para la ecología la temperatura va disminuyendo conforme se va subiendo, hasta llegar a -70°C en su límite superior.

1.1.1.5.1 la estratósfera

Comienza a partir de la tropopausa y llega hasta un límite superior (estratopausa), a 50 km de altitud. La temperatura cambia su tendencia y va aumentando hasta llegar a ser de alrededor de 0°C en la estratopausa. Casi no hay movimiento en dirección vertical del aire, pero los vientos horizontales llegan a alcanzar frecuentemente los 200 km/h, lo que facilita el que cualquier sustancia que llega a la estratosfera se difunda por todo el globo con rapidez. Por ejemplo, esto es lo que ocurre con los CFC que destruyen el ozono. En esta parte de la atmósfera, entre los 30 y los 50 kilómetros, se encuentra el ozono, importante porque absorbe las dañinas radiaciones de onda corta.

1.1.1.5.2 la mesósfera

Se extiende entre los 50 y 80 km de altura, contiene sólo cerca del 0,1% de la masa total del aire. Es importante por la ionización y las reacciones químicas que ocurren en ella. La disminución de la temperatura combinada con la baja densidad del aire en la mesosfera determina la formación de turbulencias y ondas atmosféricas que actúan a escalas espaciales y temporales muy grandes. La mesosfera es la región donde las naves espaciales que vuelven a la Tierra empiezan a notar la estructura de los vientos de fondo, y no sólo el freno aerodinámico.

1.1.1.6 La Ionósfera

Se extiende desde una altura de casi 80 km sobre la superficie terrestre hasta 640 km o más. A estas distancias, el aire está enrarecido en extremo. Cuando las partículas de la atmósfera experimentan una ionización por radiación ultravioleta, tienden a permanecer ionizadas debido a las mínimas colisiones que se producen entre los iones. La ionosfera tiene una gran influencia sobre la propagación de las señales de radio. Una parte de la energía radiada por un transmisor hacia la ionosfera es absorbida por el aire ionizado y otra es refractada, o desviada, de nuevo hacia la superficie de la Tierra. Este último efecto permite la recepción de señales de radio a distancias mayores de lo que sería posible con ondas que viajan por la superficie terrestre. Pág. 44-57.

1.1.2 Parámetros Atmosféricos

1.1.2.1 Temperatura

Según: REYES C (2002). **Como se sabe, toda la materia está compuesta de átomos y moléculas que están en movimiento permanente. El estado de la materia (sólido, líquido o gas) dependerá de las características propias de la vibración molecular, es decir, si la energía cinética de las partículas aumenta o disminuye, entonces la temperatura del cuerpo (sólido) o fluido (líquido o gas) también aumenta o disminuye, respectivamente.** Pag. 67.

Similarmente, cuando un cuerpo o fluido se calienta o se enfría, su energía cinética y su temperatura también se incrementa o disminuye, respectivamente. La sensación de calor o frío es quizás la que nos representa más fácilmente el concepto macroscópico de temperatura. Pero la temperatura de un fluido también se puede relacionar con el concepto microscópico del movimiento de las moléculas que componen el fluido. Es decir, mientras mayor sea la energía cinética promedio de las moléculas, mayor será la temperatura del fluido; es decir, la temperatura es proporcional al calor contenido en un cuerpo.

La temperatura puede ser medida en cualquiera de las siguientes escalas: Centígrado ($^{\circ}\text{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) ó Reaumur ($^{\circ}\text{R}$). La escala Centígrado está basada en los puntos de fusión (0°C) y de ebullición (100°C) del agua destilada a una atmósfera de presión. La escala Fahrenheit está basada en el punto de fusión de una solución saturada de sal (0°F) y de ebullición del agua (212°F). Similarmente a la presión atmosférica, las variaciones de la temperatura también son características para cada región y tiempo. El mayor calentamiento

radiactivo sobre las regiones ecuatoriales hace que ahí se encuentren altas temperaturas a lo largo del año, mientras que las latitudes medias y los polos se caracterizan por bajas temperaturas durante el invierno y relativamente altas temperaturas durante el verano. El campo de temperatura también depende de la circulación atmosférica y oceánica, así como de la altitud. A diferencia de la presión atmosférica, la temperatura solo muestra una variación diurna, relacionada directamente con el calentamiento del sol, y con el movimiento de rotación terrestre. Además, el movimiento de traslación de la tierra, alrededor del sol, propicia considerables diferencias en la temperatura observada entre invierno y verano; principalmente para las regiones de latitudes medias y altas, en que los cambios estacionales son muy importantes. Las regiones tropicales, por el contrario, son permanentemente afectadas por la radiación solar y los cambios estacionales de la temperatura no son tan grandes.

Las áreas de presión alta están asociadas al descenso de grandes masas de aire, que dan como resultado el calentamiento del aire y la formación de masas de aire muy secas; por el contrario, las áreas de presión baja están asociadas a movimiento ascendente de las masas de aire, el cual se enfría por expansión, y a la formación de sistemas de nubes. La disminución de la temperatura con la altura está entre los 6.5°C y los 10°C por cada kilómetro, pero este valor no es constante, ya que depende fuertemente de las condiciones superficiales, la geografía y las condiciones atmosféricas.

1.1.2.2 Presión Atmosférica

En meteorología, la presión registrada en un observatorio, localizado a cualquier altitud sobre el nivel del mar, se llama presión actual, pero para que esta pueda ser utilizada con fines prácticos se le debe reducir al nivel del mar, por lo que al corregirse se le denomina presión atmosférica a nivel del mar; esto se hace en todos los observatorios meteorológicos afiliados a la Organización Meteorológica

Mundial, OMM, con el objeto de tener una referencia estándar para los boletines del estado del tiempo y para la formación de los bancos de datos meteorológicos. La presión atmosférica en una localidad fija, varía continuamente, dependiendo de múltiples factores: paso de masas de aire, cambios de temperatura, nubosidad, calentamiento, movimiento de rotación terrestre, fenómenos atmosféricos, etc. Cuando estos cambios de presión presentan una oscilación definida y regular, entonces se dice que se tienen mareas atmosféricas.

En oceanografía, los principales mecanismos generadores de los ciclos de marea son de origen gravitatorio entre las masas de agua, la luna, la tierra y el sol. Por el contrario, en meteorología, los principales mecanismos generadores son de origen térmico y están relacionados directamente con el calentamiento debido al sol y al movimiento de rotación terrestre. Cada estación de observación muestra características propias en el comportamiento temporal de la presión y estas pueden ser variaciones diurnas, estacionales o variables, dependiendo de los distintos fenómenos meteorológicos o climatológicos a que está expuesto cada observatorio.

1.1.2.3 Humedad

Según LORCA R. (2006) El aire contiene una cierta cantidad de vapor de agua y es a ese vapor al que nos referimos cuando hablamos de humedad. Existen diversas maneras de expresar matemáticamente la humedad del aire y estas son:

- **La humedad absoluta** es el peso en gramos del vapor de agua contenido en un metro cúbico de aire.

- **La relación de mezcla** es el número de gramos de vapor de agua por cada gramo de aire seco
- **La humedad específica** mide el número de gramos de vapor de agua por cada gramo de aire húmedo. Pag. 45.

1.1.2.4 Vientos

Según LLORCA R. (2006) **Viento proviene etimológicamente del vocablo latino “ventus” y se refiere al aire cuando se mueve, produciendo corriente, a causa de diferencias de presión atmosférica. Cuando aumenta la velocidad del viento, se lo denomina ráfaga. Cuando son leves o suaves, se los conoce como brisas; y cuando son fuertes, como tormentas o huracanes. El viento es un fenómeno climático.** Pag. 31.

En meteorología se suelen denominar los vientos según su fuerza y la dirección desde la que soplan. Los aumentos repentinos de la velocidad del viento durante un tiempo corto reciben el nombre de ráfagas. Los vientos fuertes de duración intermedia (aproximadamente un minuto) se llaman turbonadas. Los vientos de larga duración tienen diversos nombres según su fuerza media como, por ejemplo, brisa, temporal, tormenta, huracán o tifón. El viento se puede producir en diversas escalas: desde flujos tormentosos que duran decenas de minutos hasta brisas locales generadas por el distinto calentamiento de la superficie terrestre y que duran varias horas, e incluso globales, que son el fruto de la diferencia de absorción de energía solar entre las distintas zonas geoastronómicas de la Tierra. Las dos causas principales de la circulación atmosférica a gran escala son el calentamiento diferencial de la superficie terrestre según la latitud, y la inercia y fuerza centrífuga producidas por la rotación del planeta. En los trópicos, la circulación de depresiones térmicas por encima del terreno y de

las mesetas elevadas puede impulsar la circulación de monzones. En las áreas costeras, el ciclo brisa marina/brisa terrestre puede definir los vientos locales, mientras que en las zonas con relieve variado las brisas de valle y montaña pueden dominar los vientos locales.

1.1.2.5 Precipitaciones

Según DOMINGUEZ. (2004) El término precipitación se usa para designar cualquier tipo de forma en que el agua cae desde las nubes a la tierra. Existe una lista hecha por meteorólogos de diez tipos de precipitación pero sólo se distinguen normalmente tres: lluvia, granizo y nieve.

Las nubes al ascender se expanden y al hacerlo se enfrían alcanzando el vapor de agua el punto de rocío y la condensación. La condensación hace que la fuerza de la gravedad supere las de suspensión y el agua cae hacia el suelo originándose las diferentes precipitaciones.

Cada gota de lluvia puede estar formada por un millón de gotitas de agua que el aire esa capaz de sostener y cada gotita está formada por cuatrillones de moléculas de agua. Dependiendo de la temperatura a la que se forman las gotitas de agua de las nubes pueden ser de cristales de hielo. Cuando estas gotitas aumentan de tamaño y adquieren un peso suficiente para no flotar, se produce la precipitación y caen a tierra. Si el aire está lo suficientemente caliente las partículas de hielo se funden y llegan al suelo en forma de lluvia. Alguna vez te habrás dado cuenta de que, normalmente, cuando llueve, sopla un viento tibio sin embargo, si el viento es frío, caen en forma de nieve o granizo. La lluvia no es igual en todo el planeta. Depende mucho del clima existente en la zona y puede ir desde una simple llovizna a una lluvia fuerte y muy densa. Pág. 21-49.

1.1.3 Importancia de la Atmósfera

La circulación general de la atmósfera controla el clima y el ambiente en que vivimos. Muchos seres vivos utilizan los gases atmosféricos en sus procesos vitales. Así pues, las plantas emplean el dióxido de carbono en la fotosíntesis; animales y plantas respiran oxígeno.

La composición actual de la atmósfera se debe a la actividad de la biosfera (fotosíntesis). Sin embargo, la actividad humana está modificando su composición. El aumento de las emisiones de dióxido de carbono procedente de los combustibles fósiles o de metano procedente de la ganadería acentuando el efecto invernadero. Los óxidos de nitrógeno o de azufre procedentes de las chimeneas de las industrias causan la lluvia ácida.

Los seres humanos también dependemos de la atmósfera para sobrevivir, ya que respiramos oxígeno, pero además utilizamos la energía del viento para mover molinos, barcos a vela o en los aerogeneradores que producen electricidad.

1.2 Calidad del Aire

Según la OMS aire contaminado es aquel en cual composición existen una o varias sustancias en cantidades elevadas y durante un periodo de tiempo tales que pueden resultar nocivas para el hombre, los animales las plantas o la tierra.

La atmósfera terrestre es finita y su capacidad de autodepuración, aunque todavía no es muy reconocida también parece tener sus límites. La emisión a la atmósfera

de sustancias contaminantes en cantidades crecientes como consecuencia de la expansión demográfica mundial el progreso de la industria, han provocado ya concentraciones de estas sustancias a nivel del suelo que han ido acompañadas de aumentos espectaculares de mortalidad y morbilidad, existiendo pruebas abundantes de que, en general las concentraciones elevadas de contaminantes en el aire atentan contra la salud de los seres humanos.

En la mayoría de países industrializados se han establecido valores máximos de concentración admisibles, para los contaminantes atmosféricos más característicos. Estos valores se han fijado a partir de estudios teóricos y prácticos de los efectos sobre la salud.

Generalmente la calidad el aire se mide por medio de los denominados niveles de ignición que viene definidos como la concentración media de un contaminante presente en el aire durante un periodo de tiempo determinado. La unidad en que se expresa normalmente son microgramos de contaminante por metro cubico de aire medidos durante un periodo de tiempo determinado.

1.2.1 Contaminación Atmosférica

Según ALFARO María (2000) **Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.** Pag. 49.

1.2.1.1 Fuentes de Contaminación del Aire

Según CASELLI Maurizio (2000) **la contaminación resulta de la actividad Antropogénica la cual se originan como consecuencia de la actividad humana biológica de la biosfera, la actividad geológica de la Tierra (erupciones volcánicas fundamentalmente) y otros procesos naturales como impactos de meteoritos, incendios forestales de origen natural, entre otros.** Pág. 29-30

Incluyendo en estas formas dos tipos de contaminantes primarios y secundarios

1.2.1.1.1 contaminantes primarios

Entendemos por contaminantes primarios aquellas sustancias contaminantes que son vertidas directamente a la atmósfera. Los contaminantes primarios provienen de muy diversas fuentes dando lugar a la llamada contaminación convencional. Su naturaleza física y su composición química es muy variada, si bien podemos agruparlos atendiendo a su peculiaridad más característica tal como su estado físico (caso de partículas y metales), o elemento químico común (caso de los contaminantes gaseosos). Entre los contaminantes atmosféricos más frecuentes que causan alteraciones en la atmósfera se encuentran:

- **Aerosoles.** (en los que se incluyen las partículas sedimentables y en suspensión y los humos) El término aerosol o partícula se utiliza a veces indistintamente, ya que los aerosoles atmosféricos se definen como dispersiones de sustancias sólidas o líquidas en el aire.

Las propiedades de los aerosoles que más afectan a los procesos de contaminación atmosférica son el tamaño de sus partículas, la forma y la composición química. El tamaño de las partículas oscila entre 1 y 1000 micras, aunque existen algunas muy especiales fuera de estos límites. En la atmósfera, las partículas de tamaño inferior a 1 micra realizan movimientos al azar, produciendo choques entre ellas que dan lugar a agregados de mayor tamaño en un proceso denominado coagulación.

Las partículas de tamaños comprendidos entre 1 y 10 micras tienden a formar suspensiones mecánicamente estables en el aire, por lo que reciben el nombre de «materia en suspensión», pudiendo ser trasladados a grandes distancias por la acción de los vientos. Las partículas mayores de 10 micras permanecen en suspensión en el aire durante periodos de tiempo relativamente cortos por lo que se las conoce como «materia sedimentable»; sus efectos son más acusados en las proximidades de las fuentes que las emiten. El tamaño de las partículas es un factor muy importante en la determinación tanto de los efectos que producen como de las áreas afectadas, ya que establece su tiempo de permanencia en la atmósfera y la facilidad con que se introducen en las vías respiratorias profundas.

La composición química varía mucho de unas partículas a otras, dependiendo fundamentalmente de su origen. Así las partículas de polvo procedentes del suelo contienen, principalmente, compuestos de calcio, aluminio y silicio. El humo procedente de la combustión del carbón, petróleo, madera y residuos domésticos contiene muchos compuestos orgánicos, al igual que los insecticidas y algunos productos procedentes de la fabricación de alimentos y de la industria química. En la combustión del carbón y gasolinas se liberan metales pesados que pasan a formar parte de las partículas liberadas a la atmósfera, generalmente en forma de óxidos metálicos.

- **Óxido de azufre.** Se emite a la atmósfera en mayores cantidades es el anhídrido sulfuroso (SO_2), y en menor proporción, que no rebasa el 1 ó el 2 por ciento del anterior, el anhídrido sulfúrico (SO_3).
- **SO_2 .** Es un gas incoloro, de olor picante e irritante en concentraciones superiores a 3 ppm. Es 2.2 veces más pesado que el aire, a pesar de lo cual se desplaza rápidamente en la atmósfera, siendo un gas bastante estable. El SO_3 es un gas incoloro y muy reactivo que condensa fácilmente; en condiciones normales, no se encuentra en la atmósfera, ya que reacciona rápidamente con el agua atmosférica, formando ácido sulfúrico.
- **Monóxido De Carbono, CO.** El monóxido de carbono es el contaminante del aire más abundante en la capa inferior de la atmósfera, sobre todo en el entorno de las grandes ciudades. Es un gas incoloro, inodoro e insípido y su punto de ebullición es de -192°C . Presenta una densidad del 96.5 por ciento de la del aire, siendo un gas muy ligero que no es apreciablemente soluble en agua. Es inflamable y arde con llama azul, aunque no mantiene la combustión.
- **Óxidos De Nitrógeno, NOx.** Los contaminantes que poseen en su molécula algún átomo de nitrógeno pueden clasificarse en 3 grupos diferentes: formas orgánicas, formas oxidadas y forma reducidas.

Se conocen ocho óxidos de nitrógeno distintos, pero normalmente sólo tienen interés como contaminantes dos de ellos, el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2). El resto se encuentra en equilibrio con esto pero en concentraciones tan extraordinariamente bajas que carecen de importancia

- **Hidrocarburos, Hn Cm.** Son sustancias que contienen hidrógeno y carbono. El estado físico de los hidrocarburos, de los que se conocen decenas de millares, depende de su estructura molecular y en particular del número de átomos de carbono que forman su molécula.

Los hidrocarburos que contienen de uno a cuatro átomos de carbono son gases a la temperatura ordinaria, siendo estos los más importantes desde el punto de vista de la contaminación atmosférica, ya que favorecen la formación de las reacciones fotoquímicas.

- **Ozono, O₃.** El ozono es una forma alotrópica del oxígeno. Su fórmula química es O₃. En condiciones normales es un gas incoloro de olor picante característico. Posee un gran poder oxidante y gran tendencia a transformarse en oxígeno.

Las concentraciones de ozono a nivel del suelo son muy pequeñas, incrementándose rápidamente con la altura. Su presencia en la parte baja de la atmósfera se debe, sobre todo, a la acción fotoquímica de las radiaciones solares, en presencia de NO_x y HC.

- **Anhídrido Carbónico, CO₂.** El anhídrido carbónico o dióxido de carbono es un gas incoloro e inodoro, no tóxico, más denso que el aire, que se presenta en la atmósfera en concentraciones que oscilan entre 250 y 400 ppm.

En realidad no puede considerarse como contaminante en sentido estricto ya que no es tóxico, y se halla en atmósferas puras de modo natural. No obstante, por los posibles riesgos que entraña su acumulación en la atmósfera, como consecuencia de las alteraciones producidas en su ciclo por las actividades

humanas que pudieran dar lugar a una modificación del clima de la Tierra, lo consideramos como sustancia contaminante.

1.2.1.2 Contaminantes Secundarios

Los contaminantes atmosféricos secundarios no se vierten directamente a la atmósfera desde los focos emisores, sino que se producen como consecuencia de las transformaciones y reacciones químicas y fotoquímicas que sufren los contaminantes primarios en el seno de la misma.

Las principales alteraciones atmosféricas producidas por los contaminantes secundarios son:

- **Contaminación fotoquímica.** La contaminación fotoquímica se produce como consecuencia de la aparición en la atmósfera de oxidantes, originados al reaccionar entre sí los óxidos de nitrógeno, los hidrocarburos y el oxígeno en presencia de la radiación ultravioleta de los rayos del sol. La formación de los oxidantes se ve favorecida en situaciones estacionarias de altas presiones (anticiclones) asociados a una fuerte insolación y vientos débiles que dificultan la dispersión de los contaminantes primarios.
- **Acidificación del medio ambiental. (*Lluvias ácidas*).** Entendemos por acidificación del medio ambiente la pérdida de la capacidad neutralizante del suelo y del agua, como consecuencia del retorno a la superficie de la tierra en forma de ácidos de los óxidos de azufre y nitrógeno descargados a la atmósfera.

La acidificación es un ejemplo claro de las interrelaciones entre los distintos factores ambientales, atmósfera, suelo, agua y organismos vivos. Así la contaminación atmosférica producida por los SO_x y NO_x afecta directa o indirectamente al agua, al suelo y a los ecosistemas.

- **Rotura de la capa de ozono.** Uno de los grandes problemas causados por las reacciones que tienen lugar entre los contaminantes de la atmósfera es el de la disminución de la capa de ozono de la estratosfera como consecuencia de la descarga de determinadas sustancias a la atmósfera.

El ozono contenido en la estratosfera se puede descomponer a través de una serie de reacciones cíclicas en las que intervienen radicales que contienen hidrógeno y nitrógeno. El ozono se puede descomponer también por absorción de radiación ultravioleta, produciendo oxígeno atómico y molecular.

1.3 Concentración de Material Particulado Total

Según ARCINIÉGAS SUÁREZ, (2012) **El material particulado es uno de los contaminantes atmosféricos más estudiados en el mundo, este se define como el conjunto de partículas sólidas y/o líquidas presentes en suspensión en la atmósfera, que se originan a partir de una gran variedad de fuentes naturales o antropogénicas y poseen un amplio rango de propiedades morfológicas, físicas, químicas y termodinámicas.** Pag. 83-91.

Las partículas gruesas empiezan su existencia como materia aún más gruesa, ya que se originan básicamente por desintegración de trozos grandes de materia. Los

contaminantes materiales constituyen fuentes de partículas gruesas en el aire. Muchas de las partículas grandes del polvo atmosférico, particularmente en áreas rurales, se originan en el suelo o en rocas.

Consecuentemente su composición elemental es similar a la respectiva de la corteza terrestre: elevados contenidos de aluminio (Al), calcio (Ca), silicio (Si) y oxígeno (O), en sales de aluminosilicatos.

En el aire cercano a la superficie de los océanos, los contenidos de cloruro de sodio (NaCl: sal común) sólido son elevados, ya que el aerosol marino suministra partículas de NaCl, por evaporación del agua de mar. El polen emitido por las plantas también contiene partículas gruesas, en el rango de 10 a 100 μm (micrómetros). Por dimensiones, la mayor parte de las partículas de cenizas volcánicas son gruesas.

La fuente de las partículas gruesas, incluidas las naturales –como las de erupciones volcánicas– y las causadas por actividades humanas –cultivo de la tierra, trituración de canteras, proviene de la parte superficial del suelo y de las rocas, que levanta el viento. En muchas regiones las partículas gruesas son químicamente básicas, lo cual denota que se han originado de carbonato de calcio y de otros minerales de pH básico existentes en el suelo.

Opuestamente al origen de las partículas gruesas, que resultan principalmente de ruptura de otras más grandes, las finas se generan, primordialmente, por químicas y de condensación de materias más pequeñas, incluidas moléculas en estado de vapor. El contenido orgánico medio en las partículas finas es, por lo general, mayor que en las grandes. Por ejemplo, la combustión incompleta de combustibles a base de carbono, como el carbón mineral o el vegetal,

el petróleo, la gasolina y el diésel, generan muchas partículas pequeñas de hollín, que son principalmente cristales de carbono.

En consecuencia, una de las fuentes de las partículas atmosféricas carbonosas, tanto finas como gruesas, son los gases de escape de vehículos, en especial de los que funcionan con diésel. Otro tipo de importantes partículas finas suspendidas en la atmósfera está constituido predominantemente por compuestos inorgánicos de azufre y de nitrógeno.

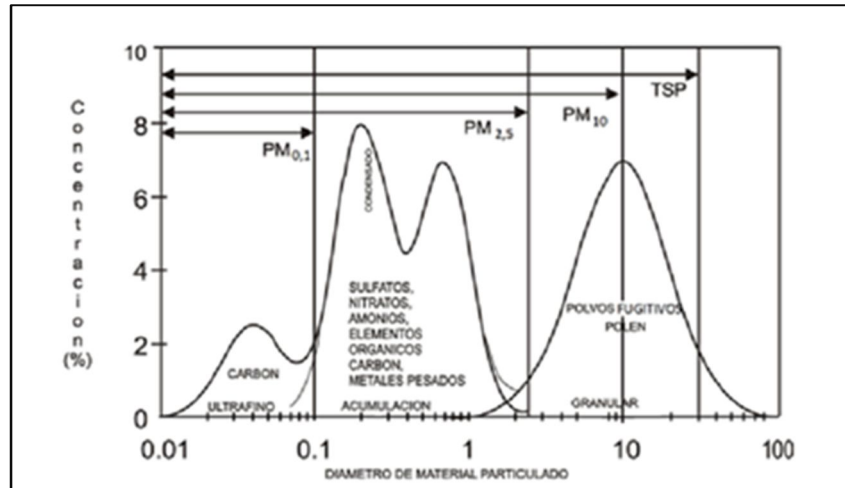
Las especies de azufre se originan del gas dióxido de azufre (o anhídrido sulfuroso: SO_2), generado en fuentes naturales (volcanes) y por polución en centrales de energía y en fundiciones. En el transcurso de horas a días, este gas se oxida a ácido sulfúrico (H_2SO_4) y a sulfatos, en el aire. El H_2SO_4 se desplaza en el aire no como gas, sino en pequeñas gotas de aerosol, ya que le es propia mucha avidez por las moléculas de agua.

Después de su emisión, las partículas experimentan reacciones químicas en el aire, por esto su composición y tamaño varían dependiendo de la proximidad a las fuentes, el clima y otros factores. Las partículas ambientales generalmente caen dentro de una distribución de tres modos: ultra fino (< 0,1 micrones), fino (entre 0.1 y 1 micrones), y grueso (>1 micrones). La Agencia de Protección del Medioambiente de Estados Unidos y otras agencias alrededor del mundo regulan el nivel de partículas en el ambiente de un diámetro inferior a 10 micrones (MP10). Algunas agencias, incluyendo la EPA de Estados Unidos, también regulan las partículas inferiores a 2,5 micrones de diámetro (MP2.5). Un gran número de estudios epidemiológicos en la última década han reportado una relación entre la exposición a corto plazo a MP10 y MP2.5 y el aumento en la morbilidad y mortalidad, particularmente entre aquellas personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Recientemente, los científicos han

comenzado también a investigar los efectos de las partículas ultra finas. Aunque estas partículas contribuyen muy poco a la masa de MP10 y MP2.5, están presentes en gran cantidad. Algunos científicos han propuesto que las partículas ultra finas pueden ser especialmente tóxicas: las partículas más pequeñas tienen un área total de superficie mayor que aquellas partículas más grandes de masa igual, tendrían más probabilidades de penetrar e interactuar con células más profundamente en el pulmón que las partículas más grandes, y se piensa que se mueven rápidamente a tejidos exteriores de las vías respiratorias. Una revisión de los estudios que comparan los efectos de partículas de diferentes tamaños lleva a las siguientes conclusiones: a) estudios epidemiológicos, usando múltiples mediciones de exposición y diferentes períodos, muestran una asociación entre la cantidad de material particulado ultra fino y la mortalidad, función respiratoria, o síntomas respiratorios, pero estos efectos también están asociados a otros contaminantes (sulfatos, MP2.5, MP10); b) repetidos estudios de inspiración intra-traqueal indican que las partículas ultra finas inducen a respuestas inflamatorias más fuertes que aquellas partículas de otros tamaños; y c) estudios de inhalación no han producido resultados consistentes, sugiriendo que la composición y solubilidad de las partículas así como su tamaño- son propiedades importantes.

Debido a que son de tamaño, forma y composición variada, para su identificación se han clasificado en términos de su diámetro aerodinámico que corresponde al diámetro de una esfera uniforme en unidad de densidad que alcanza la misma velocidad terminal de asentamiento que la partícula de interés y que está determinado por la forma y densidad de la partícula. De acuerdo a esto, pueden ser clasificadas como finas y gruesas.

Gráfico # 2. DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE LAS PARTÍCULAS EN LA ATMÓSFERA.



Fuente: ARCINIÉGAS SUÁREZ, (2012).

Estas partículas pueden variar su tamaño y composición a través de varios procesos como el vapor de condensación, la evaporación, la coagulación a través de las colisiones del movimiento browniano por la hidrodinámica y fuerzas gravitacionales o eléctricas.

1.3.1 Monitoreo Atmosférico de Material Particulado

Según: GALLEGO, Alejandrina. (2012) se define como monitoreo atmosférico a todas las metodologías para muestrear analizar y procesar en forma continua las concentraciones de sustancias o de contaminantes presentes en el aire en un lugar establecido y durante un tiempo determinado.

Existen diversas metodologías para la medición de una sustancia gaseosa en aire, entre ellas las más importantes son las siguientes; Sistemas Activos de Monitoreo, Analizadores Automáticos, Sensores Remotos, Sistemas Pasivos de Monitoreo.

1.3.2 Sistemas Activos de Monitoreo

Los sistemas activos de monitoreo se basan en el paso forzado del aire, mediante una bomba de aspiración, a través de un reactivo químico específico o de un medio físico de colección.

La muestra así obtenida es llevada luego a un laboratorio donde se realiza el análisis cuantitativo de la misma. El volumen de aire muestra es superior al de los sistemas pasivos por tanto la sensibilidad del método es mayor, pudiendo obtener promedios diarios de concentraciones de contaminantes.

1.3.2.1 Analizadores Automáticos

Los analizadores automáticos aprovechan las propiedades físicas y/o químicas de un contaminante gaseoso para determinar sus concentraciones.

**Gráfico # 3. MÉTODOS ACTUALMENTE UTILIZADOS POR LOS
ANALIZADORES AUTOMATICOS DE GASES.**

Contaminante criterio	Método de medición	Tipo de método
Ozono (O ₃)	Fotometría ultravioleta (UV)	Equivalente
Monóxido de carbono (CO)	Fotometría infrarroja (IR) de filtro de correlación de gas	Equivalente
Bióxido de nitrógeno (NO ₂)	Quimiluminiscencia en fase gaseosa	Referencia
Bióxido de azufre (SO ₂)	Fluorescencia pulsante	Equivalente

Fuente: GALLEGO, Alejandrina. (2012).

1.3.2.2 Sensores Remotos

Son instrumentos desarrollados recientemente que usan técnicas espectroscópicas de larga trayectoria para medir las concentraciones de varios contaminantes en tiempo real. Los datos se obtienen mediante la integración entre el detector y una fuente de luz a lo largo de una ruta determinada. Los sistemas de monitoreo de larga trayectoria pueden cumplir un papel importante en diferentes situaciones de monitoreo, principalmente cerca de las fuentes. Para obtener datos significativos con estos sistemas, es necesario contar con procedimientos adecuados para la operación, calibración y manejo de datos. Estos métodos requieren de mucha atención en la calibración de los instrumentos y el aseguramiento de la calidad para obtener datos significativos.

1.3.2.3 Sistemas Pasivos de Monitoreo

Estos dispositivos de toma de muestra, generalmente con forma de tubo o disco, colectan un contaminante específico por medio de su adsorción y absorción en un sustrato químico seleccionado. Después de su exposición por un apropiado período de muestreo, que varía desde un par de horas hasta un mes, la muestra se regresa al laboratorio, donde se realiza la desorción del contaminante y después se le analiza cuantitativamente.

Las principales ventajas del muestreo pasivo son su simplicidad y bajo costo, por lo que se pueden extender muchas unidades para que provean información en cuanto a la distribución espacial de los contaminantes. Sin embargo el tiempo de resolución de esta técnica es limitado, por lo que sólo puede proveer información de concentraciones promedio de contaminantes.

Debido a su simplicidad y bajo costo, las técnicas de muestreo pasivo son adecuadas para muchas aplicaciones, ya sea por sí mismas o en combinación con analizadores automáticos. Existen varias técnicas de muestreos pasivos disponibles o en desarrollo para los principales contaminantes urbanos.

Entre los muestreadores pasivos hay que diferenciar los que específicamente se utilizan en puntos fijos de muestreo, para monitorear calidad de aire, especialmente para estudios de fondo y muestreos de amplia cobertura espacial; y los pasivos personales, que la gente puede llevar puestos y se utilizan principalmente en estudios epidemiológicos, donde se puede determinar por ejemplo la exposición personal durante una jornada de 8 horas de trabajo a un determinado contaminante. En estudios de calidad del aire, también pueden ser útiles usados en combinación con muestreadores activos o monitores automáticos.

En este tipo de estudios híbridos, el muestreador pasivo provee los datos de calidad de aire de resolución geográfica, mientras que los otros instrumentos ofrecen información relacionada con el tiempo, como variaciones diurnas de la concentración y sus picos. Estudios de este tipo pueden ser económicamente muy convenientes y un ejemplo de ellos es el uso de muestreadores de tubo de difusión para coleccionar NO₂, en el barrido de áreas y selección de sitios de monitoreo en varios países europeos.

1.4 Plan de Manejo Ambiental

Según: EMG Ambiental (2011) **El Plan de Manejo Ambiental es un instrumento de gestión ambiental que permite planificar, definir y facilitar la aplicación de medidas ambientales y sociales destinadas a prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales generados por las actividades de construcción y operación de un proyecto.** Pag. 78.

1.4.1 Objetivo del Plan de Manejo Ambiental

El objetivo principal de un Plan de Manejo Ambiental es prevenir, mitigar, corregir o compensar los efectos adversos y optimizar los efectos positivos causados sobre los elementos del Medio físico, Medio biótico, Medio humano y Medio construido por la ejecución de actividades antrópicas.

1.4.2 Programas del Plan de Plan de Manejo Ambiental

1.4.2.1 El Programa de Monitoreo

Establece los parámetros para el seguimiento de la calidad de los diferentes factores ambientales que podrían ser afectados durante la Ejecución de un Proyecto, así como, los sistemas de control y medida de estos parámetros. Este programa permite evaluar periódicamente la dinámica de las variables ambientales, con la finalidad de determinar los cambios que se puedan generar durante el proceso de construcción y durante la operación de un proyecto.

Este programa permite garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas, Preventivas y correctivas, a fin de lograr la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, el ambiente y el patrimonio cultural durante la construcción de los acciones que comprenden un Proyecto.

1.4.2.2 Programa de Mitigación de Impactos

Tiene por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos producidos por una obra o acción del proyecto, o alguna de sus partes, cualquiera sea su fase de ejecución. Aquellos impactos que no puedan ser evitados completamente mediante la no ejecución de dicha obra, tendrán que ser minimizados o disminuidos mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de ésta o a través de la implementación de medidas específicas.

1.4.2.3 Programa de Reparación o Restauración

Tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.

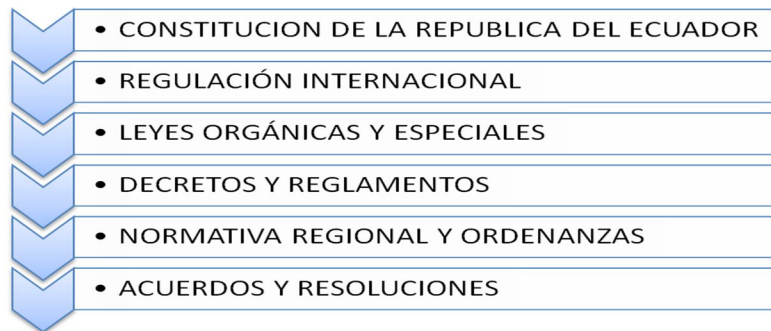
1.4.2.4 Programa de Contingencias

Un plan de contingencias, debe estar orientado a proporcionar una respuesta inmediata y eficaz ante cualquier emergencia (o contingencia), con el propósito de prevenir las afectaciones a la salud ocupacional, al ambiente, a la infraestructura y que sea aplicable a cualquier fase del proyecto; proteger la propiedad comunitaria en el área de influencia directa. Además, tiene por objeto el contar con una organización, en la cual todo el personal conozca sus obligaciones y principios básicos para impedir y minimizar incidentes y accidentes.

1.5 Marco Legal

Con la finalidad de tener un sustento legal en el cual se desarrollara la investigación, se hace referencia a los aspectos relacionados con el Material Particulado Total.

Gráfico # 4. **NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE.**



Elaborado por: El Autor.

1.5.1 Normativa Ecuatoriana

- ***Constitución de la República del Ecuador, publicada en el R.O: Nro. 449 el 20 de octubre de 2008.***

Título II: DERECHOS, Capítulo segundo: Derechos del buen vivir, Sección segunda ambiente sano

Art. 14.- Determina que “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumakkawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”.

Art. 15.- Indica que “El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y residuos tóxicos al territorio nacional”.

Sección sexta: Hábitat y vivienda

Art. 31.- Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de ésta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía.

Sección séptima: Salud

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la

alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional.

Capítulo séptimo: Derechos de la naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observaran los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la

restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

- ***Convenio de la Organización Meteorológica Mundial, ratificado mediante Decreto No. 473A, publicado en Registro Oficial No. 850 de 28 de junio de 1951.***

Considerando la necesidad de alcanzar un desarrollo sostenible, de reducir las pérdidas de vidas y bienes ocasionadas por los desastres naturales y otras catástrofes relacionadas con el tiempo, el clima y el agua, así como de proteger el medio ambiente y el clima mundial para las generaciones presentes y futuras de la humanidad;

Reconociendo la importancia de disponer de un sistema internacional integrado para la observación, la recopilación, el proceso y la distribución de datos y productos meteorológicos, hidrológicos y conexos;

Reafirmando que la misión de los Servicios Meteorológicos, Hidrometeorológicos e Hidrológicos Nacionales tiene una importancia vital para la observación y la comprensión del tiempo y del clima y para el suministro de servicios meteorológicos, hidrológicos y conexos en apoyo de las necesidades nacionales correspondientes, y que esa misión debería abarcar las siguientes esferas:

- a) la protección de la vida y los bienes;
- b) la protección del medio ambiente;
- c) la contribución al desarrollo sostenible;
- d) el fomento de la creación de capacidad endógena;
- e) el cumplimiento de los compromisos internacionales; y
- f) la contribución a la cooperación internacional

- ***Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono***

Teniendo en cuenta las circunstancias y las necesidades especiales de los países en desarrollo, Teniendo presentes la labor y los estudios que desarrollan las organizaciones internacionales y nacionales y, en especial, el Plan Mundial de Acción sobre la Capa de Ozono del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Teniendo presentes también las medidas de precaución que ya se han adoptado, en los ámbitos nacional e internacional, para la protección de la capa de ozono, Conscientes de que las medidas para proteger la capa de ozono de las modificaciones causadas por las actividades humanas requieren acción y

cooperación internacionales y debieran basarse en las consideraciones científicas y técnicas pertinentes adoptadas por los estados libres y soberanos.

- *Ley de Gestión Ambiental Publicada en el R.O. No. 245 del 30 de Julio de 1999*

Título I: Ámbito y principios de la ley

Art. 1.- La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

Art. 6.- El aprovechamiento racional de los recursos naturales no renovables en función de los intereses nacionales dentro del patrimonio de áreas naturales protegidas del Estado y en ecosistemas frágiles, tendrán lugar por excepción previo un estudio de factibilidad económico y de evaluación de impactos ambientales.

Título III: Instrumentos de Gestión ambiental

Art. 19.- Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.

- *Ley de Minería R.O. 537 Quito, jueves 29 de enero de 2009*

Capítulo II

De la preservación del medio ambiente

Art. 78.- Estudios de impacto ambiental y Auditorías Ambientales.- Los titulares de concesiones mineras y plantas de beneficio, fundición y refinación, previamente a la iniciación de las actividades mineras en todas sus fases, de conformidad a lo determinado en el inciso siguiente, deberán efectuar y presentar estudios de impacto ambiental en la fase de exploración inicial, estudios de impacto ambiental definitivos y planes de manejo ambiental en la fase de exploración avanzada y subsiguientes, para prevenir, mitigar, controlar y reparar los impactos ambientales y sociales derivados de sus actividades, estudios que deberán ser aprobados por el Ministerio del Ambiente, con el otorgamiento de la respectiva Licencia Ambiental.

Art. 82.- Conservación de la flora y fauna.- Los estudios de impacto ambiental y los planes de manejo ambiental, deberán contener información acerca de las especies de flora y fauna existentes en la zona, así como realizar los estudios de monitoreo y las respectivas medidas de mitigación de impactos en ellas.

Art. 83.- Manejo de desechos.- El manejo de desechos y residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas que la actividad minera produzca dentro de los límites del territorio nacional, deberá cumplir con lo establecido en la Constitución y en la normativa ambiental vigente.

Art. 84.- Protección del ecosistema.- Las actividades mineras en todas sus fases, contarán con medidas de protección del ecosistema, sujetándose a lo previsto en la Constitución de la República del Ecuador y la normativa ambiental vigente.

Art. 85.- Cierre de Operaciones Mineras.- Los titulares de concesiones mineras deberán incluir en sus programas anuales de actividades referentes al plan de manejo ambiental, información de las inversiones y actividades para el cierre o abandono parcial o total de operaciones y para la rehabilitación del área afectada por las actividades

Art. 86.- Daños ambientales.- Para todos los efectos legales derivados de la aplicación de las disposiciones del presente artículo y de la normativa ambiental vigente, la autoridad legal es el Ministerio del Ambiente.

Para los delitos ambientales, contra el patrimonio cultural y daños a terceros se estará a lo establecido en la Constitución de la República del Ecuador y en la normativa civil y penal vigente. El incumplimiento de las obligaciones contenidas en este Capítulo, dará lugar a las sanciones administrativas al titular de derechos mineros y poseedor de permisos respectivos por parte del Ministerio Sectorial, sin perjuicio de las acciones civiles y penales a que diere lugar. Las sanciones administrativas podrán incluir la suspensión de las actividades mineras que forman parte de dicha operación o la caducidad

- ***Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.***

Art. 1.- Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin

sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, puedan perjudicar la salud y vida humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia.

- ***Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)***

La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

Libro VI anexo 4

Numeral 4.1.2 Normas generales para concentraciones de contaminantes comunes en el aire ambiente

Material particulado menor a 10 micrones (PM10).- El promedio aritmético de la concentración de PM10 de todas las muestras en un año no deberá exceder de cincuenta microgramos por metro cúbico (50 µg/m³). La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder ciento cincuenta microgramos por metro cúbico (150 µg/m³), valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año.

Material particulado menor a 2,5 micrones (PM2,5).- Se ha establecido que el promedio aritmético de la concentración de PM2,5 de todas las muestras en un año no deberá exceder de quince microgramos por metro cúbico (15 µg/m3). La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder sesenta y cinco microgramos por metro cúbico (65 µg/m3), valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año.

Tabla # 3. CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES COMUNES QUE DEFINEN LOS NIVELES DE ALERTA, DE ALARMA Y DE EMERGENCIA EN LA CALIDAD DEL AIRE EN ug/m³.

CONTAMINANTE PERÍODO DE TIEMPO	Y	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
Monóxido de Carbono Concentración promedio en ocho horas		15 000	30 000	40 000
Oxidantes Fotoquímicos, expresados como ozono. Concentración promedio en una hora		300	600	800
Óxidos de Nitrógeno, como NO2 Concentración promedio en una hora		1 200	2 300	3 000
Dióxido de Azufre Concentración promedio en veinticuatro horas		800	1 600	2 100
Material Particulado PM10 Concentración en veinticuatro horas		250	400	500

Fuente: Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Medio Ambiente (TULSMA).

Tabla # 4. METODOS DE MEDICION DE CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES COMUNES DEL AIRE.

CONTAMINANTE	NOMBRE, REFERENCIA Y DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO
Material Particulado PM10	Nombre: Método Gravimétrico, mediante muestreador de alto caudal o de bajo caudal.
Referencia: 40 CFR Part 50, Appendix J o Appendix M.	
CONTAMINANTE	NOMBRE, REFERENCIA Y DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO
<p>Descripción: el equipo muestreador, de alto caudal o de bajo caudal, estará equipado con una entrada aerodinámica capaz de separar aquellas partículas de tamaño superior a 10 micrones de diámetro aerodinámico. Las partículas menores a 10 micrones serán captadas en un filtro, de alta eficiencia, y la concentración se determinará mediante el peso ganado por el filtro, dividido para el volumen total de aire muestreado en un período de 24 horas.</p> <p>Métodos Alternos: podrán ser también utilizados los denominados métodos de medición continua, tanto del tipo Microbalanza Oscilante como el tipo Atenuación Beta. En el primer caso, el equipo muestreador, equipado con entrada aerodinámica PM10, posee un transductor de masa de las oscilaciones inducidas por el material particulado. En el segundo tipo, el equipo muestreador, con entrada PM10, contiene una fuente de radiación beta que determina la ganancia de peso en un filtro, a medida que este experimenta acumulación de partículas.</p>	
Material Particulado PM2,5	Nombre: Método Gravimétrico, mediante muestreador de bajo caudal.

Referencia: 40 CFR Part 50, Appendix J o Appendix L.

Descripción: el equipo muestreador, de bajo caudal, estará equipado con una entrada aerodinámica capaz de separar aquellas partículas de tamaño superior a 2,5 micrones de diámetro aerodinámico. Las partículas menores a 2,5 micrones serán captadas en un filtro, y la concentración se determinará mediante el peso ganado por el filtro, dividido para el volumen total de aire muestreado en un período de 24 horas.

Métodos Alternos: podrán ser también utilizados los denominados métodos de medición continua, del tipo Microbalanza Oscilante o del tipo Atenuación Beta, según

Fuente: Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Medio Ambiente (TULSMA).

CAPÍTULO II

2. PROCESO METODOLÓGICO

2.1 Diseño de la investigación.

2.1.1 Tipos de investigación

2.1.1.1 Investigación Cualitativa.

Este tipo de investigación permitió hallar los grados de conformidad, no conformidad menor, y no conformidad mayor aplicando una matriz de hallazgos enfocada en la mitigación de impactos, a fases críticas de emisión en la trituración y formación inadecuada de bancos al momento de la extracción; factores determinantes que ubican las muestras de PM_{10} por sobre niveles de alerta y las muestras de $PM_{2.5}$ por fuera de la norma según el Texto Unificado De Legislación Ambiental Secundaria Del Ministerio Del Ambiente (TULSMA) en su libro VI anexo 4.

2.1.1.2 Investigación Cuantitativa

En aplicación del método cuantitativo se determinó la cantidad de PM Total a través de tres monitores durante 24 horas en los puntos críticos de concentración en la extracción y trituración de material pétreo resultados que en conjunto con los análisis de estabilidad atmosférica permitieron realizar modelos de dispersión digitales del material particulado obtenido y niveles de concentración a diferentes distancias del foco emisor.

2.1.1.3 Investigación Aplicada

A través de la investigación aplicada se analizó los datos arrojados por la matriz de hallazgos en cuanto a niveles de conformidad, resultados del monitoreo de PM₁₀ y PM_{2.5} y los modelos de dispersión de la pluma de contaminantes en la atmósfera con el fin de diseñar medidas que permitan mitigar el grado de impacto en el foco emisor optimizando recursos técnicos y económicos.

2.1.1.4 Investigación de Campo

Este tipo de investigación ayudo a verificar y establecer puntos críticos de emisión, realizar el muestreo activo del contaminante, evaluar in situ las no conformidades encontradas en los procesos de minería permitiendo obtener información determinante al momento de desarrollar el presente estudio.

2.1.2 Métodos Empleados

2.1.2.1 Método Deductivo.

En el presente trabajo de investigación se utilizó este método ya que partiendo del planteamiento del problema en forma general llegue a un resultado individual en cuanto a niveles de Material Particulado producidos en procesos específicos en el área Minera Kumochi obteniendo resultados individuales para compararlos con la normativa vigente en el Ecuador.

2.1.2.2 Método Analítico

El método analítico facultó el análisis metodológico de cada una de las muestras de los contaminantes y su relación con diferentes fases de un proceso a distintas horas del día con diferentes condiciones atmosféricas evidenciando una dispersión total del Material Particulado a partir de los 2000 metros en cualquier tipo de estabilidad atmosférica presentada el día del monitoreo.

2.1.2.3 Método Descriptivo

Una vez obtenidos los datos tanto en el monitoreo así como también en el modelo de dispersión para cada resultado, se realizó la comparación descriptiva con la legislación ambiental del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente vigente evidenciando niveles fuera de la norma en el área de emisión y relativamente altos hasta los 100 metros teniendo un impacto negativo en la salud de los trabajadores de las concesionarias mineras.

2.1.2.4 Método de la Medición

La importancia de este método en la presente investigación radicó en cuantificar las cantidades exactas de contaminante emitidas a la atmósfera por m³ de aire durante 24 horas a través de la contratación de laboratorios acreditados ante la OAE para este tipo de ensayos ofreciendo datos fiables para la identificación de niveles de alerta, alarma o emergencia.

2.1.3 Técnicas Empleadas.

2.1.3.1 Técnica de la Observación.

El desarrollo de la investigación exigió aplicar este tipo de técnica con la finalidad de registrar cada hallazgo ya sea de tipo meteorológico, incumplimiento a programas de mitigación, dirección de plumas de dispersión y fases del proceso minero esenciales al momento de la visita in situ.

2.1.4 Materiales y Equipos Utilizados

2.1.4.1 Equipos Utilizados

En los puntos de muestreo seleccionados se utilizaron los siguientes equipos, acorde a los requerimientos técnicos exigidos tanto en la trituración como en la extracción.

Muestreador de partículas PM₁₀ y PM_{2.5}

Código interno: EL.EM.002

Fabricante: GBI Incorporated

Modelo: PQ200

Serie: 1122

Calibrado: 19 de julio del 2013

Imagen # 1. MUESTREADOR DE PARTICULAS A BATERIA.



Fuente: GrupoA y T.

Muestreador de partículas PM₁₀

Código interno: LCE1-0073

Fabricante: TISCH Environmental

Modelo: TSP-and-PM10

Serie: OH- 45002

Muestreador de partículas PM_{2.5}

Código interno: LCE1-0076

Fabricante: TISCH Environmental

Modelo: TSP-and-PM_{2.5}

Serie: OH - 45002

Imagen # 2. MUESTREADOR DE PM₁₀ y PM_{2.5}.



FUENTE: El Autor.

2.1.4.2 Personal Técnico en la Obtención de Datos.

Laboratorios acreditados por la OAE:

- LABCESTTA Laboratorio de ensayos N° OAE LE 2C 06-008
- Elicrom laboratorio de ensayos N° OAE LE C 10-010

2.1.4.3 Programa de Modelación de Dispersión Virtual Screen View Free

La dispersión de contaminantes atmosféricos es un proceso complejo para cuya evaluación es necesaria la aplicación de modelos. Los fenómenos que se desarrollan en la atmósfera no son controlables, ni reproducibles completamente en laboratorio por este motivo los Modelos de dispersión de contaminantes son herramientas imprescindibles en el estudio de la contaminación atmosférica para el caso puntual se utiliza el modelo virtual de dispersión a través del programa

Screen View configurado en el modelo ISC (EPA, 1995b) aprobado y patrocinado por la U.S. Environmental Protection Agency (EPA) bajo el contrato 68D00124 con Pacific Environmental Services, Inc. (PES) en su versión free.

El desarrollo del software de modelación en el ordenador requiere de cuantificaciones meteorológicas específicas como estabilidad atmosférica con su correspondiente altura de mezcla, velocidad del viento, dirección del viento en grados, área total del foco de emisión y concentración del contaminante, datos indispensables en el día y la hora del monitoreo.

2.1.5 Metodología.

Para el desarrollo de las actividades programadas en la presente investigación se procedió de la siguiente manera:

- Al establecer el área de influencia directa se realizó el trabajo de campo el mismo que consistió en la georreferenciación in situ de al menos dos hitos de explotación limítrofes entre cada una de las concesiones mineras, con la finalidad de comparar las coordenadas obtenidas en los planes de explotación en formato UTM: PSAD 56 Zona 17 Sur y las tomadas in situ en formato WGS 84 Zona 17 Sur debido a que todas las plataformas digitales de trabajo o shapefile del país se encuentran en esta última configuración.
- Una vez obtenida el área de influencia directa se procedió a establecer los puntos críticos de emisión para lo cual se tomó en cuenta la dirección y velocidad del viento en la estación meteorológica aeropuerto debido a ser la más cercana al área de estudio.

- El primer punto de muestreo se lo tomo en la extracción en canteras Nieto debido al estar en cotas y puntos similares al de la Mina Ambato y Canteras Kumochi Uno obteniendo un solo resultado para las tres concesiones mineras. (Anexo 5)
- En el segundo y tercer punto se colocaron los equipos cerca de los cuerpos de trituración desviados de la trayectoria del viento para evitar el depósito de material sedimentables en los equipos. (Anexo 6)
- La toma de muestras se las realizó a través de muestreadores activos de alto caudal colocados en la extracción y trituración respectivamente, los cuales seleccionaron las partículas en los rangos de $PM_{2.5}$ y PM_{10} para ser captadas en un filtro de alta eficiencia durante un periodo de 24 horas y llevadas a una balanza volumétrica luego de lo cual se obtuvieron los resultados.
- Con las condiciones meteorológicas máximas, mínimas y promedio presentadas los días de monitoreo se calculó los 3 tipos de estabilidad atmosféricos presentes para cada punto de muestreo.
- Tomando en cuenta la estabilidad atmosférica, velocidad de viento cantidad de concentración del contaminante, área de emisión de material particulado se procedió a correr el modelo de dispersión, para cada muestra en los tres tipos de condiciones atmosféricas presentadas el día del monitoreo.
- Finalmente con los datos arrojados por la matriz de hallazgos más los obtenidos en la presente investigación se realizó el Plan de Manejo Ambiental enfocado en la extracción y trituración de material pétreo

2.2 Descripción del Área de Estudio.

2.2.1 Ubicación del Ensayo

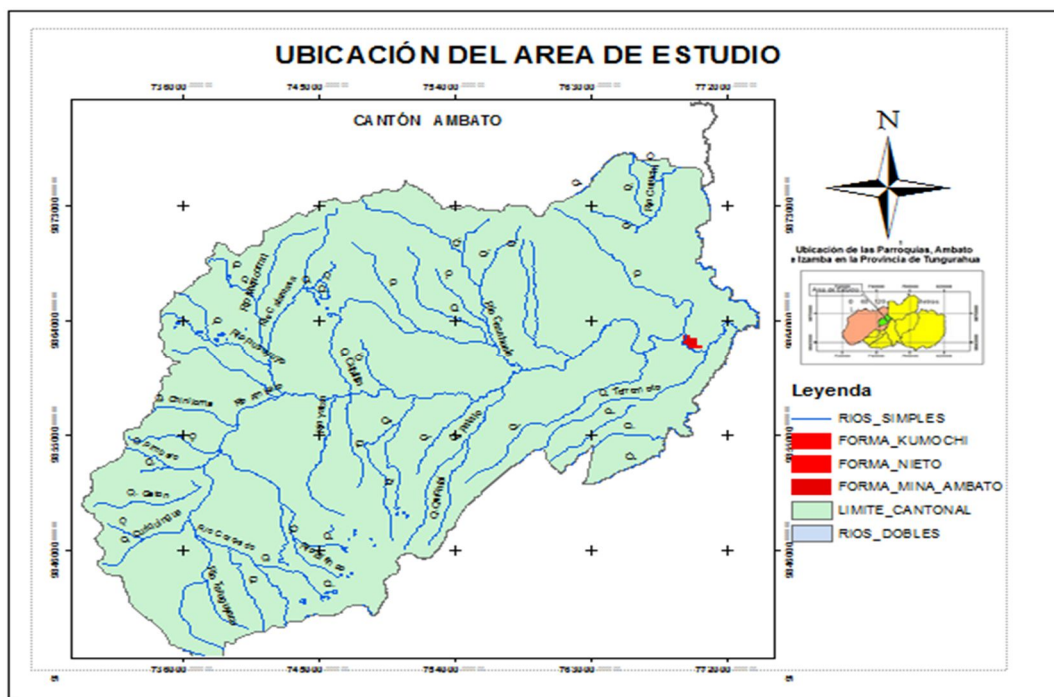
El área minera Kumochi cubre una superficie de 83 hectáreas y se localiza en la cabecera del cantón Ambato Parroquia Izamba en las partes periféricas sur occidentales del río Ambato en el sector conocido como Las Viñas en cuyos contrafuertes existe potentes acumulaciones de material pétreo que influyen en la morfología del lugar, caracterizada por zonas montañosas hacia el lado Oriental y Occidental de las tres concesiones mineras otorgadas, Mina Ambato, Canteras Nieto y Canteras Kumochi Uno, mientras que en la parte norte se tiene una zona de baja pendiente con pequeños promontorios y altitudes que fluctúan entre los 2250 a 2650 m.s.n.m..

Geológicamente el área de estudio se caracteriza por la presencia de rocas volcánicas terciarias que conforman el basamento y rocas volcánicas sedimentarias pliocénicas todo ello recubierto por depósitos volcánicos plio-cuaternarios y laháricos afectados por fallas regionales y locales.

2.2.2 Vía de Acceso

El acceso al área minera Kumochi se lo realiza desde la ciudad de Ambato por el paso lateral de la ruta panamericana norte, hacia mano derecha, se toma la vía Las Viñas en un recorrido de 1.5 km al área minera Ambato, 2.2 km a canteras Nieto y 3.2 km canteras Kumochi Uno.

Gráfico # 5. ÁREA MINERA KUMOCHI EN EL CANTÓN AMBATO.



Fuente:El Autor.

Tabla # 5. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.

Provincia	Tungurahua
Cantón	Ambato
Parroquia	Izamba
Sector	La Viñas
Lugar	Área Minera Kumochi
Área	83 hectáreas
Altitud	2250 y 2650 m.s.n.m.
Sistema hidrológico	Subcuenca del Rio Ambato
Coordenadas UTM	770058- 9861842

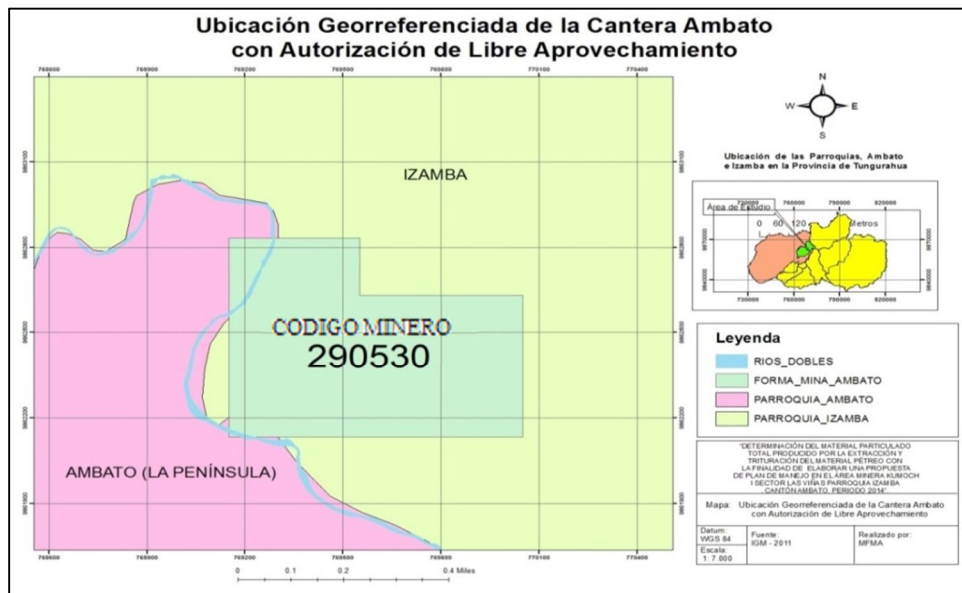
Fuente: El Autor.

Dentro de la zona minera existen tres concesiones otorgadas por parte del Ministerio de Recursos No Renovables a personas naturales y jurídicas detalladas a continuación:

2.2.3 Mina Ambato

El área minera, Mina Ambato perteneciente al Ministerio de Transporte y Obras Públicas con código minero 290530 se encuentra conformada por 53 hectáreas dedicadas a la explotación y acondicionamiento de material pétreo, delimitada por aristas imaginarias con seis hitos de explotación los cuales están ubicados en las vértices e identificados por una infraestructura de concreto, asentada en la unión de los costados, formando un polígono irregular en mapas cartográficos y plataformas de edición digital.

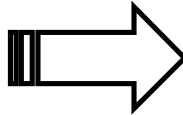
Gráfico # 6. GEORREFERENCIACIÓN CANTERA AMBATO.



Fuente: El Autor.

Tabla # 6. COORDENADAS PSAD 56 A WGS84.

<u>Punto</u>	<u>PSAD 56</u>		<u>Punto</u>	<u>WGS 84</u>	
	<u>EJE X</u>	<u>EJE Y</u>		<u>EJE X</u>	<u>EJE Y</u>
<u>PP</u>	<u>769400</u>	<u>9863200</u>	<u>PP</u>	<u>76915</u>	<u>986283</u>
<u>1</u>	<u>769800</u>	<u>9863200</u>	<u>1</u>	<u>76915</u>	<u>986213</u>
<u>2</u>	<u>769800</u>	<u>9863000</u>	<u>2</u>	<u>77005</u>	<u>986213</u>
<u>3</u>	<u>770300</u>	<u>9863000</u>	<u>3</u>	<u>77005</u>	<u>986263</u>
<u>4</u>	<u>770300</u>	<u>9862500</u>	<u>4</u>	<u>76955</u>	<u>986263</u>
<u>5</u>	<u>769400</u>	<u>9862500</u>	<u>5</u>	<u>76955</u>	<u>986283</u>



Fuente: Elaborado por el Autor.

2.2.3.1 Sistema de Explotación

El sistema de extracción utilizado por la Mina Ambato se basa en taludes descendentes iniciando en la cara superior de la montaña a 2520 m.s.n.m. determinándose como una explotación a cielo abierto de tal manera que al finalizar la actividad en los 2320 m.s.n.m. Se vayan formando las trincheras de trabajo, constituidos por elementos estructurales en el banco de explotación, necesarios a la hora de la extracción y liquidación del frente minero, tales como:

2.2.3.1.1 altura de talud

La altura de talud es un elemento esencial en un explotación minera puesto que determina deslizamientos excesivos o parciales de rocas, arena y material estéril al momento del arranque, en el presente caso se seleccionó la altura a través de la metodología planteada por Protodyakonov y su coeficiente de dureza de las rocas,

definiendo la resistencia a la carga del macizo rocoso, por medio de un parámetro “F”, en donde se obtuvo un coeficiente de 6.0 y una altura de talud de 11 m.

2.2.3.1.2 ángulo de talud

El Angulo del talud impide que los deslizamientos ocurridos lleguen a afectar la plataforma de trabajo, siendo el ideal entre 45° - 60° en relación a su altura haciendo del ángulo de 45° el idóneo para la Mina Ambato con lo cual se ha dado mucha más importancia a la seguridad del banco.

2.2.3.1.3 ancho de la berma

El diseño de explotación minero incluye un área determinada y limitante entre talud y talud con el fin de mantener el ángulo y altura de los mismos, sin variaciones significativas que pudiesen afectar el diseño, además al liquidar la mina el proceso de remediación se lo realiza a través de estas bermas las cuales son calculadas en función de:

$$AB = 2c + Aa + Ar + e$$

Dónde:

c = espacio de seguridad

Aa= ancho de volquete

Ar= ancho de retroexcavadora

e = espacio entre maquinas

Aplicación

$$AB = 2(0.5)+3.6+2.5+1$$

$$AB = 8.1$$

2.2.3.1.4 *prisma de deslizamiento*

El inicio de la extracción es de forma descendente en el banco, por lo cual empieza desde el extremo superior conocido como prisma de deslizamiento, lugar donde se rompe la estructura rocosa generando grandes cantidades de Material Particulado, aun con un valor promedio de prisma de deslizamiento de 0.28 m aplicados en la Mina para todos los taludes la emisión del contaminante es evidente.

2.2.3.1.5 *plataforma de trabajo*

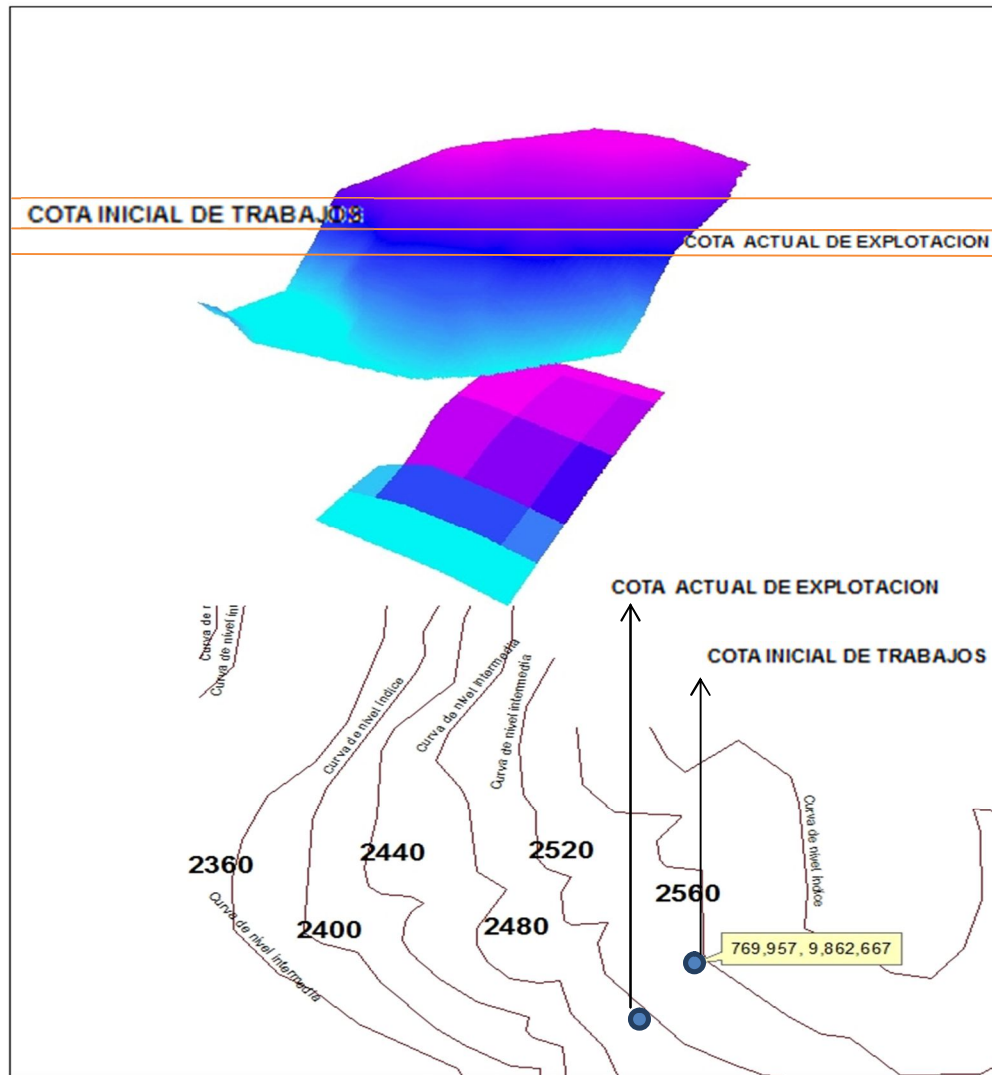
El ancho mínimo de la plataforma de trabajo va en función de la maquinaria y su maniobrabilidad al utilizarse en la extracción del material el cual, para este caso es 31.1 m adicionalmente incluimos el valor del prisma de deslizamiento de 0.28 m más el ancho de la zona de reserva el cual es una constante de 1 m. arrojándonos un área ideal de plataforma de trabajo de **32.38 m**.

2.2.3.1.6 extracción de material laharico

El arranque de material pétreo inicia con el banco listo para que sea extraído a través de perforación directa o Sistema mecánico en este caso con una excavadora PC 300 LC-8 y el uso volquetes Mack para la fase de transporte interno, la extracción se encuentra actualmente en la cota 2491 m.s.n.m., en las coordenadas 769506 - 9862497 lo cual demuestra el descenso de 29 metros en la explotación, con margen de error del GPS de +-3 metros encontrándose en el tercer talud. La forma de arranque empieza por el prisma de deslizamiento y continua en el resto del banco seleccionando el material inferior a 0.70 m desechando el material estéril mientras que las rocas de dimensiones mayores son colocados en las escombreras para su posterior quiebre utilizando un martillo hidráulico transformando así las grandes rocas en varias de dimensiones inferiores a 0.70 m las cuales son cargadas y trasportadas hacia el área de trituración ubicada en la cota 2360 m.s.n.m. para la siguiente fase de la explotación.

La extracción estimada en esta zona es de 400 m³/día de material adecuado para la siguiente fase ya que al tratarse de una obra de prioridad nacional trabajan cumpliendo 12 horas diarias todos los días del año obteniendo una producción anual de 146000m³ de material hábil.

Gráfico # 7. GEOREFERENCIACIÓN 3D DEL AREA DE EXPLOTACIÓN MINA AMBATO.



Fuente: El Autor

2.2.3.2 Trituración de Material Pétreo Mina Ambato

Una vez obtenidas las características ideales del macizo rocoso el cual fue clasificado con anterioridad en material mediano compuesto por trozos de un tamaño de 10 a 75 cm (4" a 30") material fino trozos de un tamaño menor a 10 cm (4") se traslada a la planta de trituración formada por dos cuerpos, uno con

trituradora primaria, secundaria y cribas, mientras que el segundo conformado por trituradoras terciarias y criba. La producción estimada en los frentes de trabajo con una funcionalidad de 4 días por semana es de 2800 m³ y alrededor de 145,600 m³ por año según informe de Producción de la Agencia de Regulación y Control Minero

Trituradora Primaria: esta fase inicia con el ingreso de alrededor de 3 m³ de material en la boca de alimentación de la trituradora la cual a través de un movimiento excéntrico producido por un eje de gran sección que pivota en las paredes de la boca consigue producir un tamaño de partículas de salida de entre 3 y 15 cm (1¼" a 6"). En esta fase no se realiza ningún tipo de selección de material por lo cual es conducido a través de una banda de transporte a la siguiente máquina.

En la mina se aplica un coeficiente de desintegración el cual se denomina grado de desintegración, siendo la relación entre los tamaños máximos de las partículas a la entrada y salida de la máquina dependiente de la Potencia kW, Velocidad (rpm), Tamaño del producto en mm, las cuales son especificaciones propias de las maquinas en este caso la relación no debe exceder los siguientes parámetros

$$\Sigma = \frac{D \text{ in}}{D \text{ final}}$$

El grado óptimo de desintegración primaria en la mina Ambato se encuentra acotado entre 2 y 15 cm.

$$2 \leq \Sigma \text{ trituración} \leq 15$$

Imagen # 3. TRITURACIÓN PRIMARIA MINA AMBATO.



Fuente: El Autor

Trituradora secundaria: Una vez que el material tiene las condiciones de 150 mm o menor es direccionado a través de la banda de transporte hacia la boca de alimentación y demás estructura la cual funciona de manera similar a la primaria con la diferencia que puede llegar hasta las 500 r.p.m. acelerando el movimiento y potencia destruyendo el material a formas más finas que van desde los 50 mm a 40 mm, además cuenta con un orificio de salida mucho menor por lo cual el material es retenido en la cámara de trituración hasta llegar a los tamaños óptimos requeridos para la obra civil.

Cribado: Una vez seleccionado el material es llevado hacia la criba con una capacidad máxima de 200 t/h y tres niveles de selección, el primero con una capacidad de carga de 70 toneladas y una velocidad de transporte de 0.6 m/s clasifica el agregado de 40 mm, el segundo piso con una capacidad 70 toneladas y una velocidad de transportes de 0.6 m/s clasifica el material de $\frac{3}{4}$ y último piso con una capacidad de 60 toneladas y velocidad de transporte igual clasifica material

3/8, a través de una selección mecánica por medio de vibración. Las bandas de transporte de material terminado son colocadas a una altura de 10 metros distribuidos en tres bandejas de salida respectivamente descargando hacia el frente el material ya clasificado para luego ser transportado hacia las diferentes zonas de stock.

Trituración terciaria: La trituración en esta fase se realiza cuando es necesario la obtención de agregados pétreos mucho más finos como, arena y 3/8 conseguidos a partir del material de 40mm producido en la trituración secundaria, en esta fase del proceso la maquinaria utilizada incrementa sus revoluciones por minuto, para alcanzar las condiciones deseadas en la elaboración de asfalto.

Imagen # 4. TRITURACIÓN TERCIARIA.

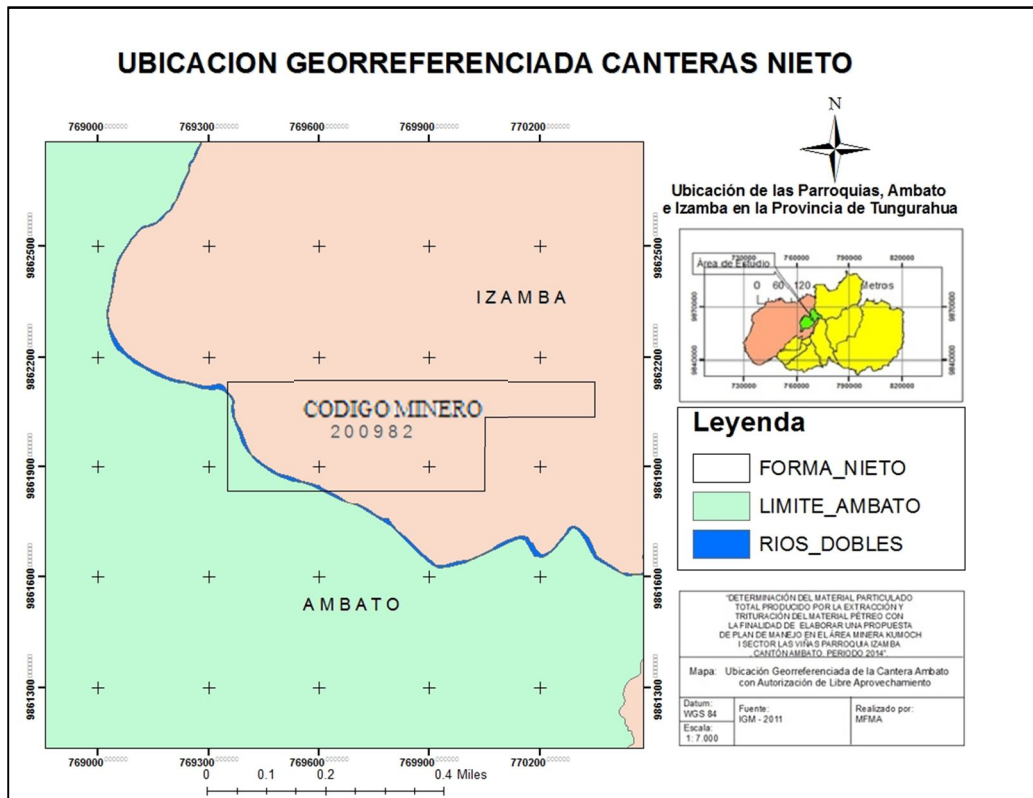


Fuente: El Autor.

2.2.4 Canteras Nieto

Canteras Nieto con código de concesión minero 200982 cubre una superficie de 24 hectáreas que se encuentra delimitado por un polígono irregular en donde las reservas de material se estiman en más de 800.000 m³ con una concesión para 10 años. La actividad minera se la viene realizando en la zona de pie de monte donde se tiene una gran influencia volcánica y flujo glacial con pendientes moderadas a altas, gracias a lo cual se aprovecha los cambios de alturas para la remoción del material y para los sistemas de clasificación gravimétrica.

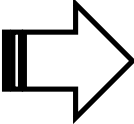
Gráfico # 8. GEORREFERENCIACIÓN CANTERAS NIETO.



Fuente: El Autor

Tabla # 7. COORDENADAS PSAD 56 A WGS84.

Punto	PSAD 56	
Pp	770600	9862200
1	769600	9862200
2	769600	9863600
3	770000	9863600
4	770000	9862500
5	770600	9862500



Punto	WGS 84	
Pp	770493	9862612
1	769795	9862612
2	769795	9862915
3	770795	9862915
4	770795	9862812
5	770493	9862812

Fuente: El Autor

2.2.4.1 Sistema de Explotación Canteras Nieto

En función de las características morfológicas y geológica mineras del flujo volcánico y las propiedades físico mecánicas del material a explotarse, el sistema de extracción que se viene ejecutando es a cielo abierto, ubicando el frente de explotación contiguo al de la mina Ambato en la cota 2483 y en la coordenadas 9'862.170 – 770.145 en la margen derecha de río Ambato en una gran colina, que forma parte de la Hacienda Kumochi. La cantera comprende las estribaciones de las montañas que contornean el valle donde existe el material flujo glacial en forma de terrazas naturales observando ocasionalmente capas de arena negra bastante homogéneas de algunos metros de espesor, de igual manera se observan capas de ceniza de pequeño espesor que intercalan entre los materiales flujo glaciales las cuales indican la ausencia de una roca madre de un solo macizo obligando a implementar características técnicas como una altura de talud de 8 metros, debiendo suponer que se obtuvo un factor de 5 en el coeficiente de cálculo debido a la presencia mayoritaria de arenas y cenizas en los bancos lo cuales presentan una resistencia relativamente menor de 2300 kg/cm^3 dilatando el ángulo de inclinación por ser inversamente proporcional a la altura del banco.

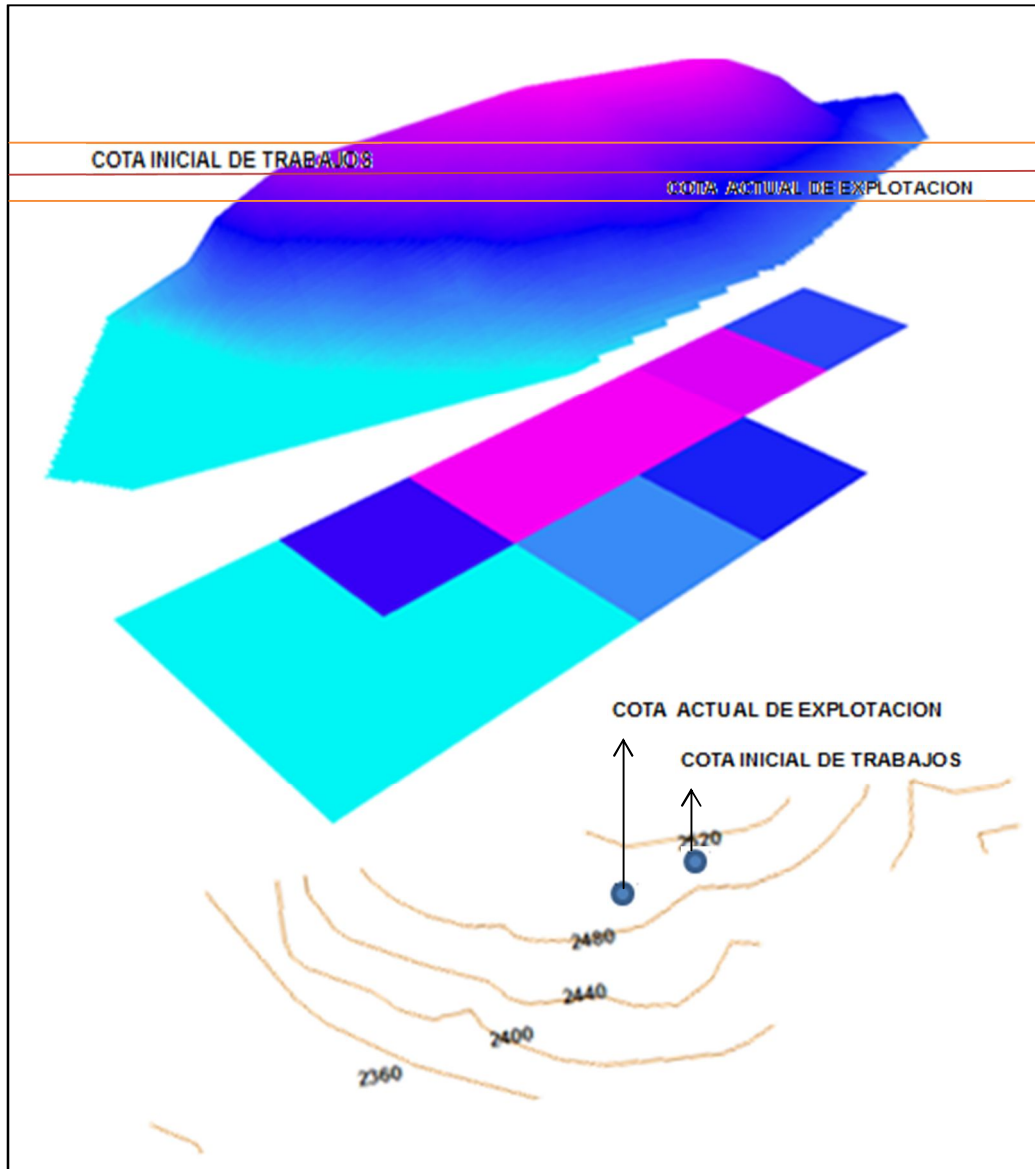
Al presentar características mecánicas similares al de la explotación contigua el ancho de prisma técnicamente no varía con un valor de 0.26 m influyendo directamente en el ancho de la plataforma de trabajo con 30.26 m resultado obtenido al no tomar en cuenta una zona de reserva y el uso de diferente maquinaria en la extracción.

De acuerdo a los reportes de la empresa en el estudio técnico presentado en la Dirección Regional de Minería de Chimborazo se indica que en el último año se produjeron 62.291 m³ de materiales de construcción en base a la siguiente distribución:

- Arena: 38,23%
- Ripio: 9.95%
- Empedrado: 32.21%
- Cimiento: 19,61%

De ahí se puede establecer que la producción mensual promedio es igual a la producción anual dividida para el número de meses, es decir, 62291 m³/12 igual a 5190 m³ al mes.

Gráfico # 9. GEORREFERENCIACIÓN 3D DEL BANCO DE EXPLOTACIÓN CANTERAS NIETO.



Fuente: El Autor

2.2.4.2 Trituración de Material Pétreo Canteras Nieto

La trituración en esta cantera se la realiza con dos trituradoras una primaria y una secundaria seleccionando el material acondicionado con la ayuda de una criba

en una área de alrededor de 780 m² en este caso no presenta procesamiento de material de 2/8 ya que la obtención de la arena se la realiza por medio de procesos hidráulicos.

Trituración primaria: El proceso de trituración aunque a menor escala que la primera cantera anteriormente descrita no difiere en mucho del proceso de trituración utilizado por mina Ambato salvo por la utilización de maquinaria antigua y con diferente forma de procesamiento en este caso se utiliza una trituradora de mandíbulas las cuales desintegran fundamentalmente por el efecto de aplastamiento y, en menor grado, por la flexión, predominando en las mandíbulas de acción continua.

Esencialmente constan de dos placas de hierro instaladas de tal manera que una de ellas se mantiene fija y la otra tiene un movimiento de vaivén de acercamiento y alejamiento a la placa fija, durante el cual se logra fragmentar el material que entra al espacio comprendido entre las dos placas (cámara de trituración). El nombre de estas trituradoras viene del hecho de que la ubicación y el movimiento de las placas se asemejan a las mandíbulas de un animal, por eso, la placa fija suele llamarse mandíbula fija y la otra placa, mandíbula móvil.

En esta fase se producen alrededor de 25.200 m³ de material menor a 0.15 m de diámetro en promedio al año la producción estima por día es de 96 m³ sin tener avería de ningún tipo en la maquinaria y trabajando con el materia previamente seleccionado o condicionado luego de lo cual es transportado en la banda hacia la siguiente fase de la producción

Trituración secundaria y cribado: En esta fase se utiliza de igual forma una trituradora de mandíbulas, la diferencia con sus antecesores radica en la reducción

del tamaño del anillo de alimentación así como la extensión de su cámara de trituración y el incremento de velocidad en el eje móvil, que puede llegar a 250 rpm. Se reduce el tamaño de 150 mm a 40 mm. Con el material listo para ser transportado hacia la siguiente fase de cribado donde se selecciona, clasifica y depositado en el stock para su posterior venta

Imagen # 5. TRITURACIÓN Y CRIBADO.



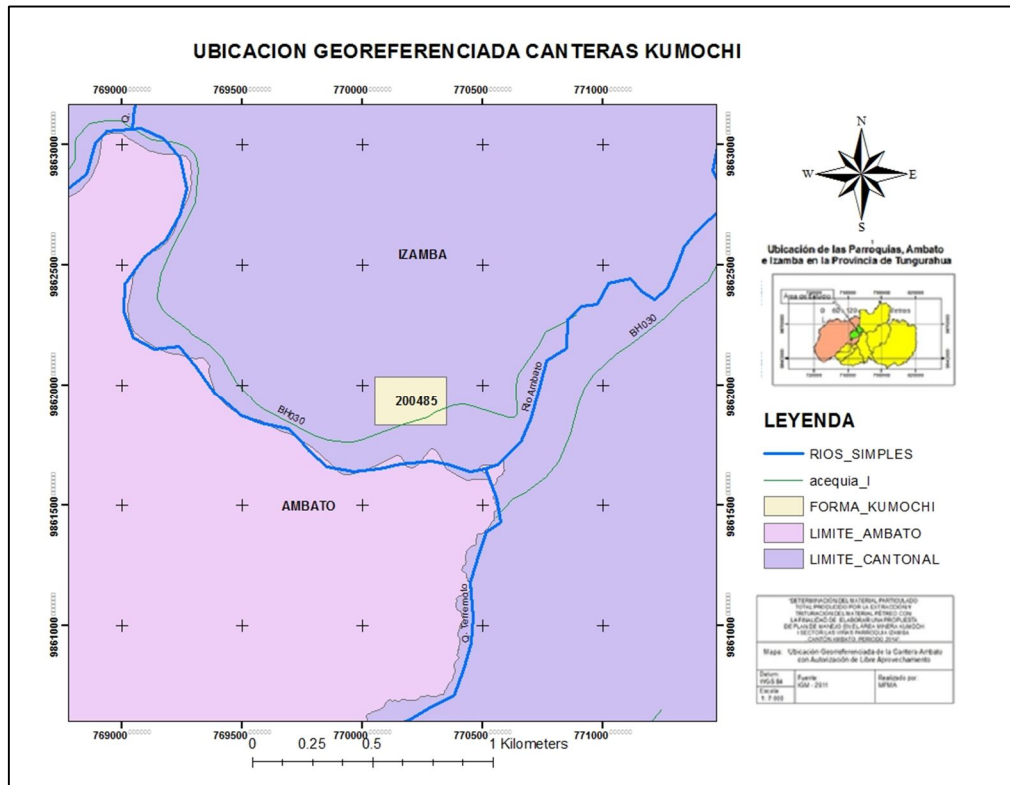
Fuente: El Autor

2.2.5 Canteras Kumochi Uno

Canteras Kumochi con numero de concesión minera 200485, se localiza contigua a canteras Nieto abarcando una extensión de 6 hectáreas mineras, superficie que se halla delimitada por un polígono regular, con alturas que van desde los 2350 msnm hasta los 2440 msnm. Estimando una reservas de 560.000 metros cúbicos,

en una superficie aprovechable de 4 hectáreas y un espesor promedio de 14 metros, de roca madre aprovechable.

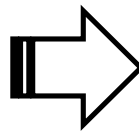
Gráfico # 10. GEORREFERENCIACIÓN CANTERAS KUMOCHI.



Fuente: El Autor.

Tabla # 8. COORDENADAS PSAD 56 a WGS84.

Punto	PSAD 56	
Pp	770500	9862300
1	769500	9862300
2	769500	9862300
3	770500	9863300



Punto	WGS 84	
Pp	770795	9862612
1	770493	9862612
2	770493	9862812
3	770795	9862812

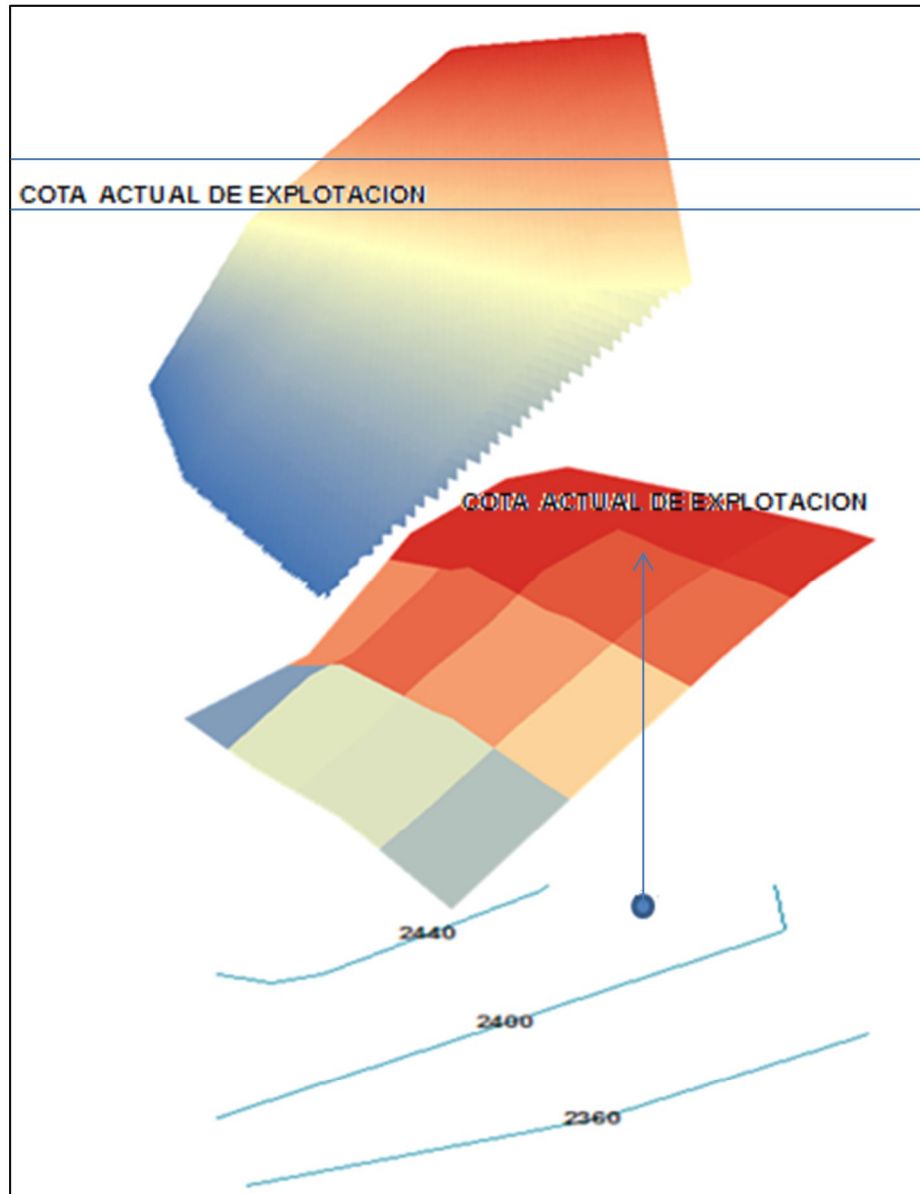
Fuente: El Autor.

2.2.5.1 Sistema de Explotación Canteras Kumochi Uno

La explotación de los materiales, se los realiza a cielo abierto por bancos descendentes presentando alturas de talud que varían entre los 8 y 11 metros con ángulos de 45 grados, plataformas de trabajo de 28 m, anchos de berma de 7.4 m y sin tomar en cuenta el prisma de deslizamiento el cual cambia en cada uno de los taludes de extracción mientras que para la selección del material hábil cuenta con un sistema de tratamiento constituido por varias zarandas móviles y fijas con sus respectiva malla y muro de protección así como ranflas y caminos de acceso para la descarga del material en las zonas de stock.

La capacidad instalada del proyecto en su conjunto es de 100 m³ de arena y la misma cantidad de ripio por día. La explotación se la localiza entre la cota 2360 a la cota 2400 en las coordenadas 770540 – 9862240 con un frente de explotación de alrededor de 8 metros de ancho por diez de alto de talud mantienen un ángulo de 45° por bancos ascendentes.

Gráfico # 11. GEORREFERENCIACIÓN 3D DEL BANCO DE EXPLOTACIÓN CANTERAS KUMOCHI UNO



Fuente: El Autor.

2.3 Condiciones Climáticas del Área de Estudio.

La Línea Base Meteorológica ha sido desarrollada sobre la información contenida y disponible en la Dirección de Recursos Hídricos y Gestión Ambiental del Gobierno Provincial de Tungurahua, e INAMHI generados en la Estación Aeropuerto (AMBATO) (MT-0007) siendo esta la más cercana y con datos actuales a la fecha del monitoreo de PM₁₀ Y PM_{2.5}.

Tabla # 9. UBICACIÓN ESTACIÓN METEOROLÓGICA AEROPUERTO AMBATO.

NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (m.s.n.m.)
Aeropuerto Ambato	1G 8'1''S	79G 35'53''W	2577

Fuente: Dirección de Recursos Hídricos y Gestión Ambiental del Gobierno Provincial de Tungurahua.

Cabe destacar que la utilización de esta estación es fundamental debido a la cercanía del proyecto, datos actualizados y dirección de viento en grados fundamental para cálculos de dispersión

2.3.1 Temperatura

En la zona de estudio se determinaron los siguientes valores para el grado de calor atmosférico resultante de la rayos de luz y calor de diferentes longitudes de onda que constituyen el espectro visible los de menor longitud de onda no visibles y de

mayor longitud de onda de entrada más factores geológicos del lugar a estudiar en este caso altitud y morfología de la zona.

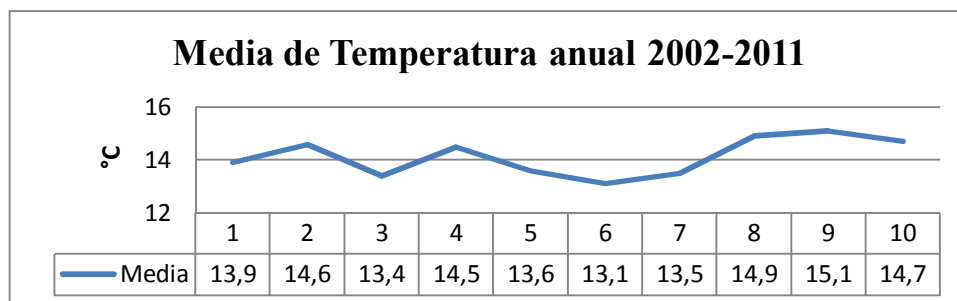
Los valores obtenidos son a partir del año 2002 hasta el 2011 de los datos que posee el INAMHI necesarios para la investigación.

Tabla # 10. TEMPERATURA.

Estación Meteorológica Aeropuerto - Ambato									
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
13.9	14.6	13.4	14.5	13.6	13.1	13.5	14.9	15.1	14.7

Fuente: INAMHI

Gráfico # 12. TEMPERATURA



Fuente: INAMHI

2.3.2 Humedad Relativa

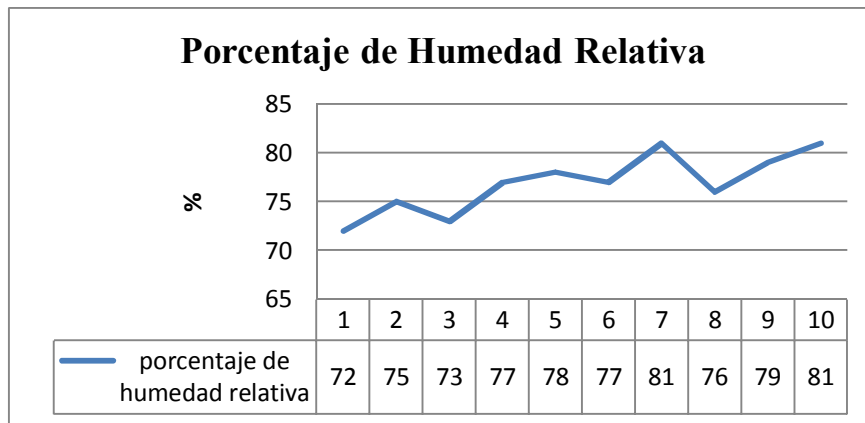
Humedad relativa, o "RH", mide la cantidad de agua en el aire en forma de vapor, comparándolo con la cantidad máxima de agua que puede ser mantenida a una temperatura dada en la atmósfera en este caso podemos observar cómo los años con mayor temperatura, tiene valores de humedad relativa inferiores a 73 %

Tabla # 11. HUMEDAD RELATIVA.

HUMEDAD RELATIVA									
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
72	75	73	77	78	77	81	76	79	81

Fuente: INAMHI

Gráfico # 13. HUMEDAD RELATIVA.



Fuente: INAMHI

2.3.3 Precipitación

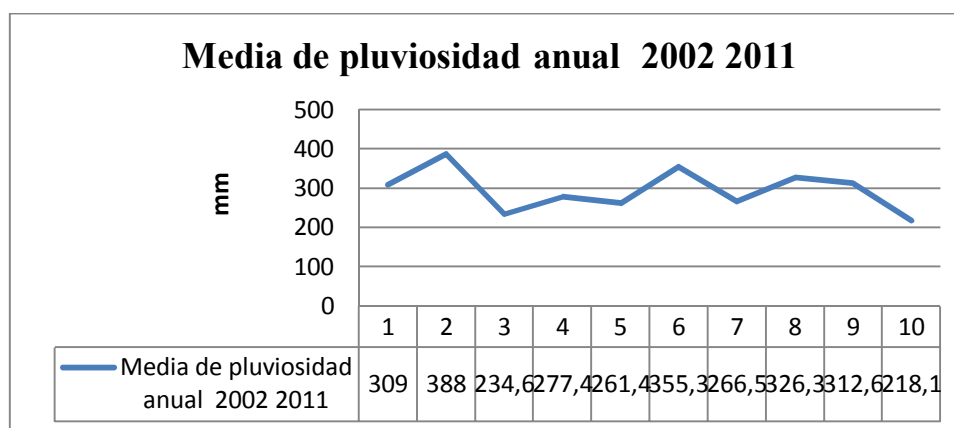
Es una depuración atmosférica natural es decir, elimina los contaminantes de la atmósfera, mediante procesos de lavado y arrastre producidos por un depósito húmedo. La zona de estudio es característica por la ausencia de grandes precipitaciones llegando registrar la más alta en el año 2003 con 388 mm lo cual permite una adecuado auto saneamiento de los contaminantes en la atmósfera y un mínimo de lluvias en el año 2011 con 218.1mm.

Tabla # 12. PRECIPITACIÓN

PROMEDIO MENSUAL DE PRECIPITACION									
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
309,2	388	234.6	277.4	261.4	355.3	266.5	326.3	312.6	218.1

Fuente: INAMHI

Gráfico # 14. PRECIPITACIÓN.



Fuente: INAMHI

2.3.4 Dirección del Viento

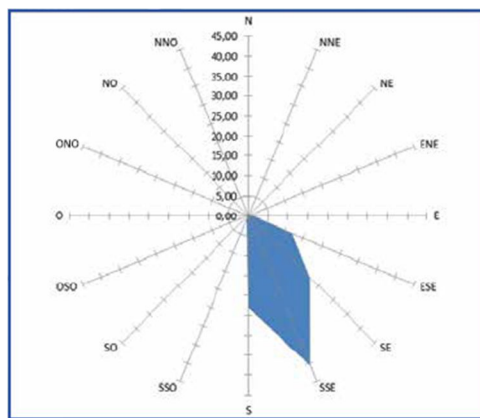
Es la compensación de diferencias atmosféricas entre dos punto expresados en la atmósfera con movimientos de forma horizontal y en varias direcciones que van desde los 5° hasta los 360° los cuales también pueden ser expresados en la rosa de los vientos con direcciones intercalables y combinadas. En el área de estudio se presentan direcciones la mayoría del año SE-SSE para la modelación de dispersiones se hace imprescindible los datos en grados. Tomados con anemocinómetro.

Tabla # 13. DIRECCIÓN DEL VIENTO.

MES	Dirección(°)
febrero	133.22
marzo	145.71
abril	215.43
mayo	138.25
junio	150.86
julio	160.77
agosto	149.56
septiembre	150.83
octubre	143.83
noviembre	128.66
diciembre	141.29
enero	140.55
febrero	144.53
marzo	136.72
abril	160.22
mayo	147.43
junio	133.67

Fuente: Dirección de Recursos Hídricos y Gestión Ambiental del Gobierno Provincial de Tungurahua.

Gráfico # 15. DIRECCIÓN DEL VIENTO.



Fuente: Dirección de Recursos Hídricos y Gestión Ambiental del Gobierno Provincial de Tungurahua.

2.3.5 Velocidad del Viento

La velocidad máxima del viento en la zona es de 3.24 m/s producidas en el mes de abril del 2013 lo cual es un claro indicativo de inestabilidad atmosférica que producen las altas temperaturas en relación con el viento en la zona interandina debido a la altitud y formas geológicas que obligan al viento a transitar por callejones andinos incrementado su flujo y velocidad produciendo cambios bruscos en la dirección

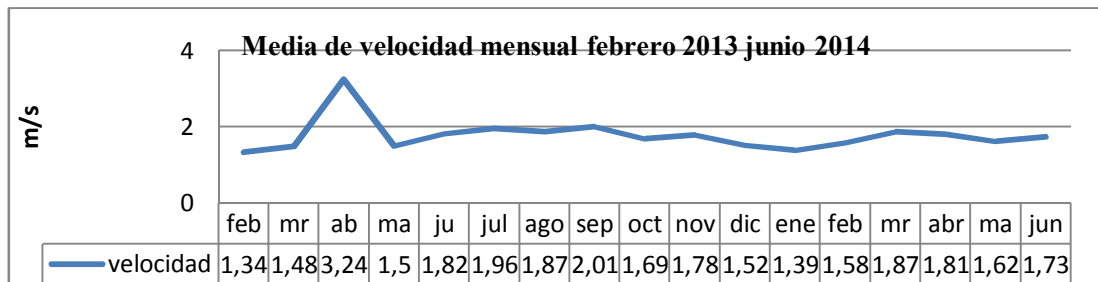
El mínimo de velocidad registrado en el periodo febrero 2013 junio 2014 es de 1.34 m/s registrado en el mes de febrero mes de bajas temperaturas humedad por encima del 80% y presencia de pluviosidad.

Tabla # 14. VELOCIDAD DEL VIENTO.

PROMEDIO MENSUAL DE VELOCIDAD DEL VIENTO																
fe b	ma r	ab r	ma y	ju n	jul	ag o	se p	oc t	no v	di c	en e	fe b	ma r	ab r	ma y	ju n
1.34	1.48	3.24	1.5	1.82	1.96	1.87	2.01	1.69	1.78	1.52	1.39	1.58	1.87	1.81	1.62	1.73

Fuente: Dirección de Recursos Hídricos y Gestión Ambiental del Gobierno Provincial de Tungurahua.

Gráfico # 16. VELOCIDAD DEL VIENTO



Fuente: Dirección de Recursos Hídricos y Gestión Ambiental del Gobierno Provincial de Tungurahua.

2.3.6 Estabilidad Atmosférica

Las categorías de estabilidad son empleadas en la modelación de la dispersión para facilitar la estimación de los parámetros de dispersión lateral y vertical, empleados en los modelos Gaussianos. El esquema de clasificación de la estabilidad recomendado para ser usado en la modelación de la dispersión es el propuesto por Pasquill en 1961.

Los parámetros básicos necesarios para clasificar la estabilidad según este método son la velocidad del viento, medida a 10 m sobre el nivel del terreno, y la estimación de la insolación diurna. Al encontrarnos en la zona interandina donde la temperatura está relacionada directamente con la nubosidad y el ángulo de elevación solar trabajamos directamente con la temperaturas proporcionadas por la estación meteorológica.

2.3.6.1 Altura de Mezcla

El aire en esta zona de la atmósfera está en contacto con la Superficie terrestre y su movimiento está afectado por la rugosidad de ésta. Ello da lugar a que se produzcan turbulencias y en consecuencia que tenga lugar una mezcla constante de los componentes atmosféricos. Es por esta razón que a esta zona más baja de la atmósfera terrestre se denomina capa de mezcla. La capa de mezcla puede interpretarse como el espesor de atmósfera en que se difunden (se mezclan) los contaminantes.

2.4 Análisis e Interpretación de Resultados

2.4.1 Tipo de medición realizada

Acorde al libro VI anexo 4 del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA) sobre los métodos y procedimientos a la determinación de los contaminantes en el aire ambiente y acorde a la norma técnica 40 CFR Part 50, Appendix J o Appendix M para PM₁₀ y la norma técnica 40 CFR Part 50, Appendix J o Appendix L para PM_{2.5} se utilizó el método gravimétrico activo de alto y bajo caudal respectivamente durante un periodo de 24 horas. Aplicados por parte de los laboratorios acreditados por la OAE.

Tabla # 15. RESULTADO DEL MONITOREO PUNTO 1.

Parámetros	Método/norma	U	Resultado	Valor límite permisible	Incertidumbre ug/m ³
PM _{2.5}	40 CFR Part 50, Appendix J o Appendix L	ug/m ³	314	65	-2.096
PM ₁₀	40 CFR Part 50, Appendix J o Appendix M	ug/m ³	371	150	-14.84

Elaborado por: El Autor.

Fuente: Informe Análisis de Laboratorio Elicrom.

Tabla # 16. CRITERIOS DE LA NORMATIVA PARA MATERIAL PARTICULADO TOTAL PUNTO 1.

Comparación con la normativa legal vigente (TULSMA) Libro VI anexo 4							
<i>Normas generales para concentraciones de contaminantes comunes en el aire ambiente</i>							
				Niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire			
PARAMETRO	U	Resultado	Valor Límite Permisible	Alerta	Alarma	Emergencia	Criterio De Resultado
PM ₁₀ Concentración en veinticuatro horas	ug/m ³	371	150	250	400	500	NO CUMPLE
PM _{2.5} Concentración en veinticuatro horas	ug/m ³	314	65	--	--	--	NO CUMPLE

Elaborado por: El Autor.

Fuente: Informe Análisis de Laboratorio Elicrom.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: Según el Texto Unificado De Legislación Ambiental secundaria Del Ministerio Del Ambiente (TULSMA) en su libro VI anexo 4 numeral 4.1.2 Normas generales para concentraciones de contaminantes comunes PM₁₀ en el aire ambiente indica que la concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder ciento cincuenta microgramos por metro cúbico (150 µg/m³), ubicando así la muestra obtenida de PM₁₀ fuera del rango permisible y llegando a niveles de alerta con 371 ug/m³ mientras que para PM_{2.5} establece que la concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder sesenta y cinco microgramos por metro cúbico (65 µg/m³), colocando así el resultado de material particulado menor a dos micrones fuera de la norma en 4.83 veces con 314 µg/m³.

Al realizar el análisis de estabilidad atmosférica en base a la información climatológica se pudo definir tres tipos de estabilidad a distintas horas del día para el punto 1 de monitoreo detalladas a continuación:

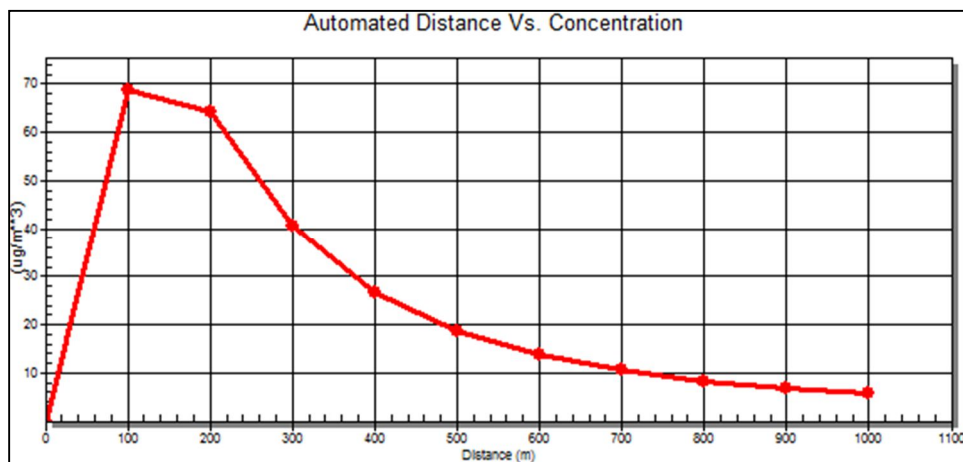
**Tabla # 17. TIPOS DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA PRESENTADAS
EL DÍA 26 DE MAYO DEL 2014**

Estabilidad Atmosférica Tipo C- Ligeramente Inestable		
Características		
temperatura Max °C	velocidad del viento Max m/s	altura de mezcla (m)
21	3.6	800
Estabilidad Atmosférica Tipo F –Estable		
Características		
temperatura Min °C	velocidad del viento Min m/s	altura de mezcla (m)
12	1	200
Estabilidad Atmosférica Tipo B – Inestable		
Características		
temperatura Promedio °C	velocidad del viento Promedio m/s	altura de mezcla (m)
14	1.78	1200

Elaborado por: El Autor.

Con los datos de material particulado total y estabilidad atmosférica se pudo establecer los siguientes modelos de dispersión a distintas horas del día para los contaminantes PM₁₀ y PM_{2.5} del punto 1. (Grafico 17-22)

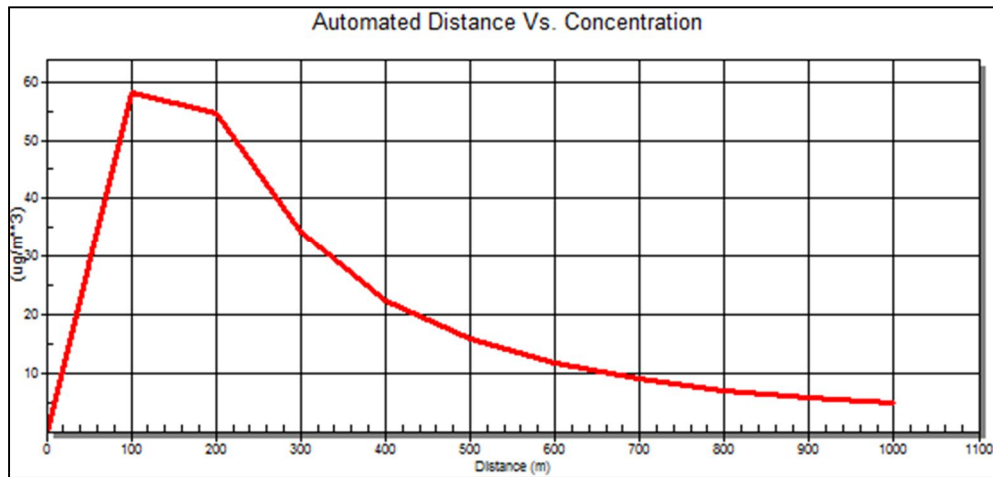
**Gráfico # 17. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM₁₀
ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO C.**



Fuente: Elaborado por el autor 2014

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: La máxima temperatura y velocidad del viento se presentan entre las 13h00 y 16h00 generando una estabilidad atmosférica C en donde el contaminante tiene un punto máximo de concentración a los 100 metros de distancia con $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a los 200 metros $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a los 500 m la concentración ya ha disminuido a $18.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mientras que a los 1000 m la concentración es imperceptible con $5.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ manteniéndose dentro la norma de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para PM₁₀, ubicados a 100m de distancia como a 1000 metros de distancia.

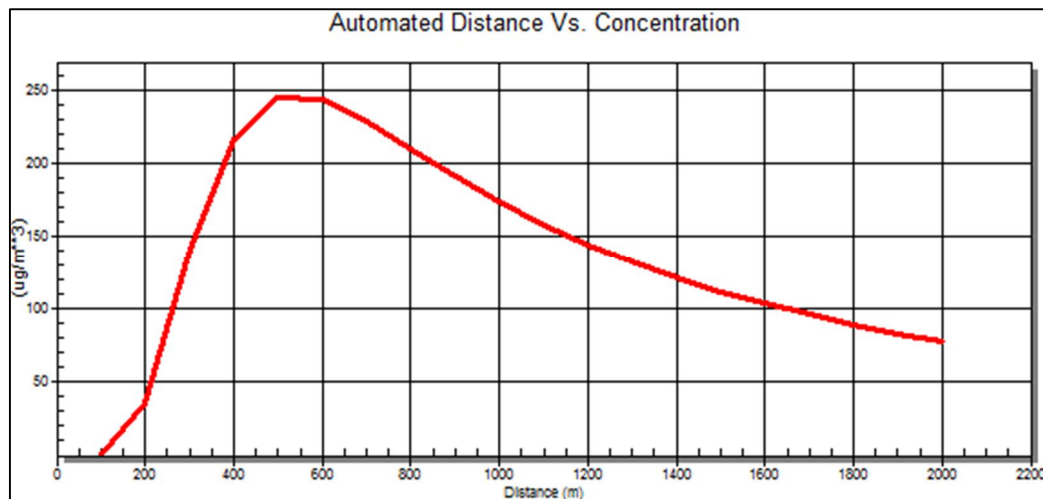
Gráfico # 18. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{2.5} ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA C.



Fuente: El Autor 2014.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: Al tener las mismas condiciones meteorológicas, la pluma de dispersión mantiene concentraciones inferiores a los $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ desde los 100 metros hasta los 300 m de forma relativamente estable, a partir de los cuatrocientos metros la mezcla vertical es mayor y su dispersión en la capa de aire frío pesado también, provocando que la concentración a los 1000 m sea de $4.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ imperceptible e inofensivo manteniéndose en rangos dentro de la norma desde los 100 metros en adelante.

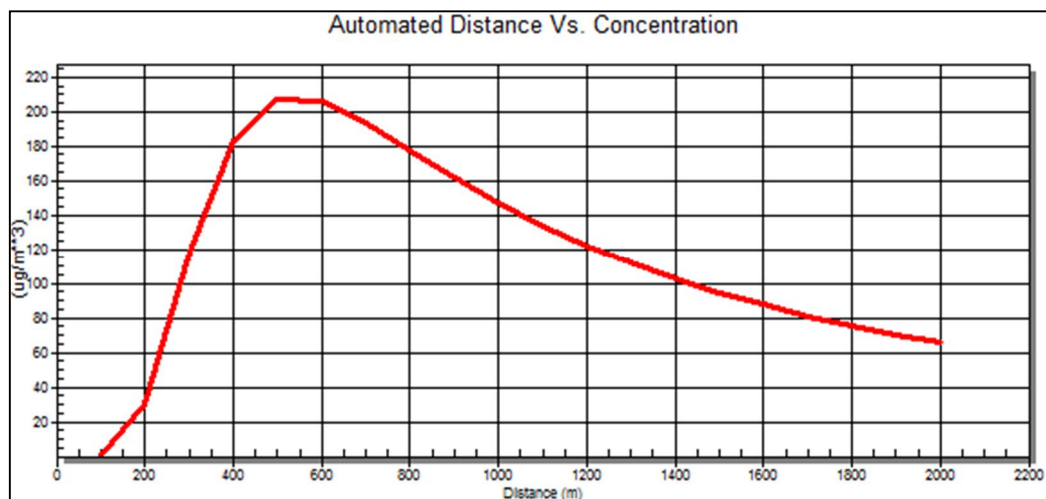
Gráfico # 19. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM₁₀ ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA F.



Fuente: El Autor 2014.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: La temperatura mínima se presentó entre las 06h00 a las 09h00 con velocidades del viento de 1 m/s estableciendo una altura de mezcla de 200 m, en donde la capacidad de dispersión y disolución de los contaminantes es limitada debido al no tener la presencia frecuente de turbulencias atmosféricas por lo cual el contaminante se encuentra fuera de los límites permisibles obteniendo 216 ug/m³ a los 400 metros de distancia y marcando el mayor punto de concentración a los 500 m con 244 ug/m³, manteniendo una concentración elevada hasta los 1200 m con 140 ug/m³ distancia en la cual alcanza la norma de 150 ug/m³ en 24 horas según el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

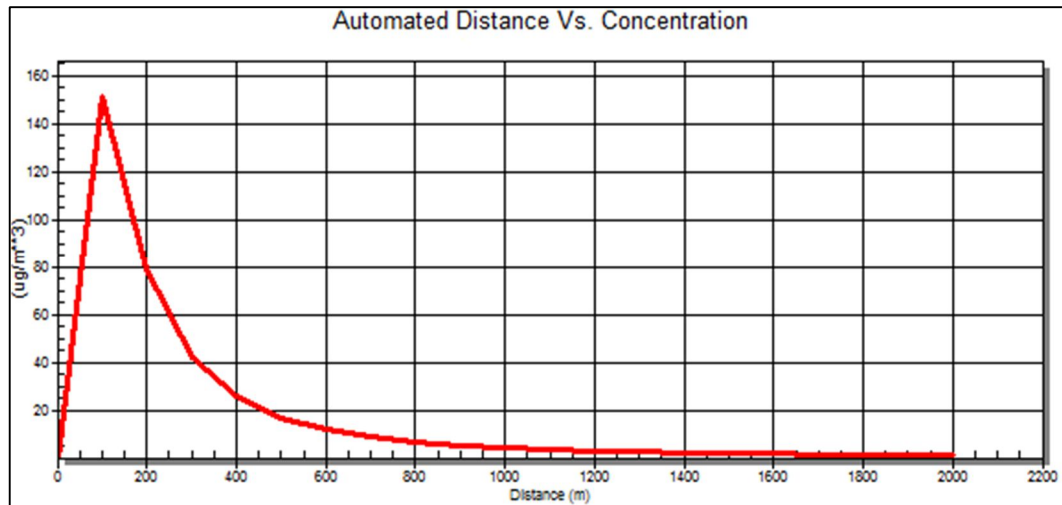
**Gráfico # 20. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{2.5}
ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA F.**



Fuente: El Autor 2014

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: Según el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA) la concentración máxima en 24 horas de PM_{2.5} no debe exceder los $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ el modelo de dispersión marca una tendencia de incremento de concentración desde los 300m con $119 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta los 600m con $206 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a partir de esta distancia en adelante la concentración empieza a disminuir de manera tardía esto se debe a la estabilidad atmosférica tipo F caracterizada por las bajas temperaturas y vientos con velocidades de 1 m/s provocando una altura de mezcla de 200 metros sin mezcla vertical y poco volumen de aire frío por consiguiente dificultando la dispersión y disolución del contaminante en la atmósfera, obteniendo valores por encima de la norma a distancias de 1500m con $94.66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta los 2000m distancia en la que alcanza los rangos permisibles con $65.87 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

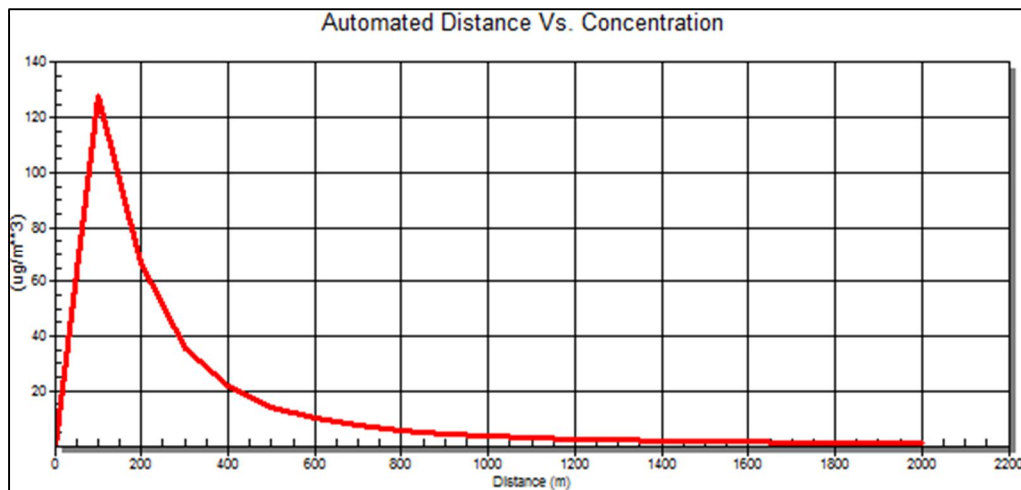
Gráfico # 21. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM₁₀ ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA B.



Fuente: El Autor 2014.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: El punto máximo de concentración se encuentra a 100 m marcando 151 ug/m³ con una estabilidad atmosférica tipo B caracterizada por temperaturas promedio de 14°C y vientos con velocidades de 1.78 m/s permitiendo una disolución del contaminante del 99% al llegar a los 2000 metros con 1.1 ug/m³.

**Gráfico # 22. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{2.5}
ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA B.**



Fuente: Elaborado por el autor 2014

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: La concentración del contaminante PM_{2.5} se encuentra superando la norma hasta los 100 m con 127.9 ug/m³, para luego disminuir considerablemente a los 200 m con 66.76ug/m³ superando la norma con apenas 1.76 ug/m³ marcando una disolución y dispersión pronta, del contaminante en condiciones atmosféricas tipo B con temperaturas promedio de 14°C y vientos con velocidades de 1.78 m/s produciendo una altura de mezcla de 1200 m con mayor mezcla vertical y ausencia de inversión térmica

Tabla # 18. RESULTADO DE MONITOREO PUNTO 2.

Parámetros	Método/norma	U	Resultado	Valor límite permisible	Incertidumbre (k=2)
PM10	40 CFR Part 50, Appendix J o Appendix M	ug/m ³	429,57	150	±3%
PM2.5	40 CFR Part 50, Appendix J o Appendix L	ug/m ³	347.95	65	±3%

FUENTE: Elaborado por el autor 2014.

Fuente: Informe Análisis de Laboratorio LABCESTTA.

Tabla # 19. CRITERIOS DE LA NORMATIVA PARA MATERIAL PARTICULADO TOTAL PUNTO 2.

Comparación con la normativa legal vigente (TULSMA) Libro VI Anexo 4							
<i>Normas generales para concentraciones de contaminantes comunes en el aire ambiente</i>							
				Niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire			
PARAMETRO	U	Resultado	Valor Límite Permisible	Alerta	Alarma	Emergencia	Criterio de Resultado
PM ₁₀ Concentración en veinticuatro horas	ug/m ³	429.57	150	250	400	500	NO CUMPLE
PM _{2.5} Concentración en veinticuatro horas	ug/m ³	347.95	65	--	--	--	NO CUMPLE

Elaborado por: El Investigador

Fuente: Informe Análisis de Laboratorio LABCESTTA

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: Según el Texto Unificado De Legislación Ambiental Secundaria Del Ministerio Del Ambiente (TULSMA) en su libro VI anexo 4 numeral 4.1.2. Normas generales para concentraciones de contaminantes comunes en el aire ambiente indica que la concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas de PM_{10} , no deberá exceder ciento cincuenta microgramos por metro cúbico ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$), valor que no podrá ser excedido más de dos (2) veces en un año, la Tabla 1. Del mismo libro define los niveles de alerta, alarma y de emergencia en la calidad del aire para PM_{10} mientras que para Material particulado menor a 2,5 micrones se ha establecido que el promedio aritmético de la concentración de todas las muestras en un año no deberá exceder de quince microgramos por metro cúbico ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La concentración máxima en 24 horas, de todas las muestras colectadas, no deberá exceder sesenta y cinco microgramos por metro cúbico ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$), valor que no podrá ser sobrepasado más de dos (2) veces en un año. Las concentraciones de material particulado total sobrepasan la norma tanto para PM_{10} como para $PM_{2.5}$ respectivamente en el caso del material particulado menor a diez micrómetros se encuentra superando la norma en $279 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y se ubica en niveles de alarma con $429.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ la muestra evidencia grandes cantidades de material particulado producido en esta fase de la minería en especial el más nocivo para la salud, el material particulado menor a 2.5 micrómetros el cual supera la norma en 5.35 veces la cantidad permisible esto es $282. \mu\text{g}/\text{m}^3$ de los $65 \text{ mg}/\text{m}^3$ permisibles en 24 horas.

Las inadecuadas condiciones de extracción y trituración producen plumas de dispersión de material particulado y material sedimentable en grandes cantidades con direcciones constantes que van desde los 105° hasta los 185° generando una dispersión marcada por la dirección y velocidad del viento, altura de mezcla, turbulencias atmosféricas, mezcla vertical del contaminante y ocasionales inversiones térmicas.

La muestra fue tomada un día con temperaturas bajas muy marcadas sin grandes diferencias que permitan establecer disímiles estabilidades atmosféricas para las tres variaciones obtenidas en el día teniendo como resultado una estabilidad atmosférica tipo D para máximas de temperatura y velocidad del viento y una estabilidad atmosférica tipo B con altura de mezcla de 1200 m para temperaturas mínimas y promedio.(Tabla N° 20).

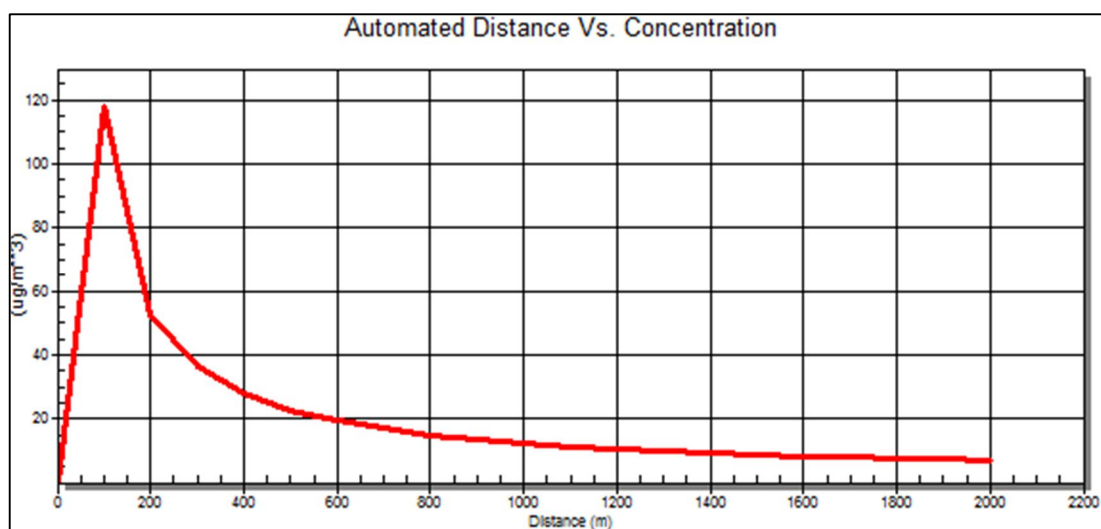
**Tabla # 20. TIPOS DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA PRESENTADAS
EL DÍA 16 DE JUNIO DEL 2014.**

Estabilidad Atmosférica Tipo D- Neutra		
Características		
temperatura Max ° C	velocidad del viento Max m/s	altura de mezcla (m)
14	3.4	560
Estabilidad Atmosférica Tipo B –Inestable		
Características		
temperatura Min ° C	velocidad del viento Min m/s	altura de mezcla (m)
7	1	1200
Estabilidad Atmosférica Tipo B – Inestable		
Características		
temperatura Promedio °C	velocidad del viento Promedio m/s	altura de mezcla (m)
10	1.36	1200

Elaborado por: El Autor

Con los datos de material particulado total y estabilidad atmosférica tipo D para condiciones climáticas máximas se pudo establecer los siguientes modelos de dispersión tanto para PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el Punto 2. (Grafico 23 y 24).

Gráfico # 23. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{10} ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA D

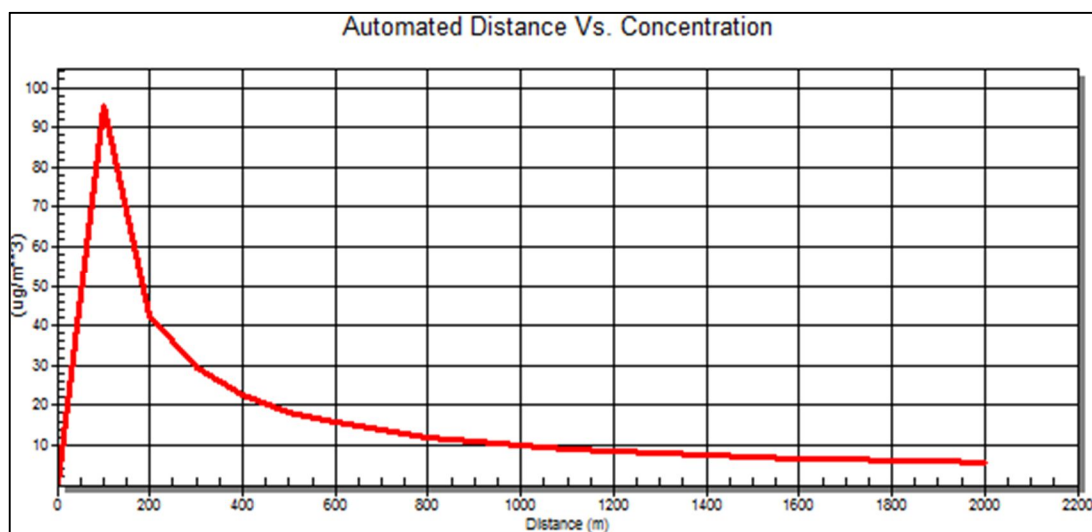


Fuente: El Autor

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: La estabilidad atmosférica D presenta una gran capacidad de disolución y dispersión del contaminante con una altura de mezcla de 560 m sin presencia de inversión térmica, una gradiente vertical ambiental con temperaturas bajas lo cual ocasiona la intercesión en niveles medios con la gradiente diabática seca provocando que el aire más caliente y liviano generado en la superficie con velocidades de 3.4 m/s suba y se mezcle con el aire más frío y pesado en la capa de mezcla gracias a volúmenes altos de aire frío acelerando la dilución de concentración del contaminante de $427 \mu g/m^3$ en el foco de emisión a $117.9 \mu g/m^3$ a los 100 metros, 52.63 a los 200 metros, evidenciando una mezcla rápida de material particulado menor a 10 micrones cumpliendo a cabalidad la norma Según el Texto Unificado de Legislación

Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) en su libro VI anexo 4 numeral 4.1.2 Tabla 1 que define los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire para PM₁₀.

Gráfico # 24. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{2.5} PUNTO 2 ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA D.

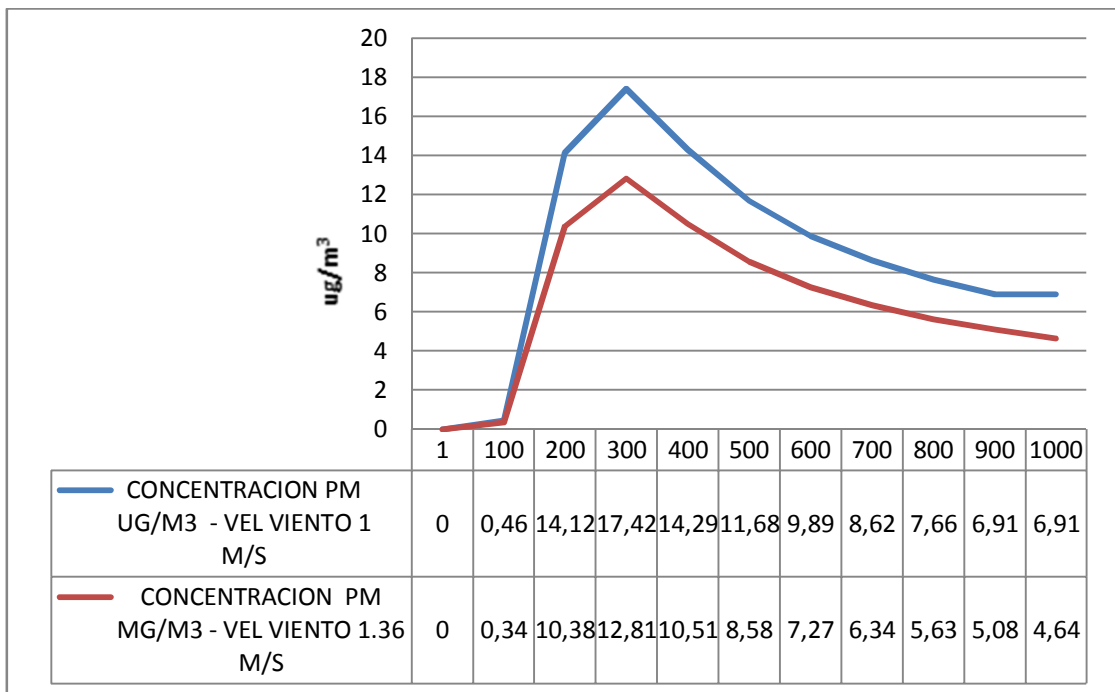


Fuente: El Autor

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: Con las mismas condiciones meteorológicas de estabilidad tipo de D pero diferente concentración del contaminante se presenta una concentración de 95.36 ug/m³ a los 100 m encontrándose fuera de los niveles permisibles de 65 ug/m³ para luego acelerar el proceso de dispersión en la atmósfera baja marcando un valor de 49.57 ug/m³ a los 200 y decreciendo hasta los 5.67 ug/m³ a 2000 m de distancia.

El análisis de temperatura y velocidad del viento mínima y promedio del día 26 de junio dio como resultado una sola estabilidad atmosférica tipo B, por lo cual se analizó en un solo gráfico con diferentes velocidades del viento al ser este un factor determinante en la dispersión.(Grafico 25 y 26).

Gráfico # 25. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM₁₀ PUNTO 2 ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO B VELOCIDAD DEL VIENTO 1M/S Y 1.36 M/S.

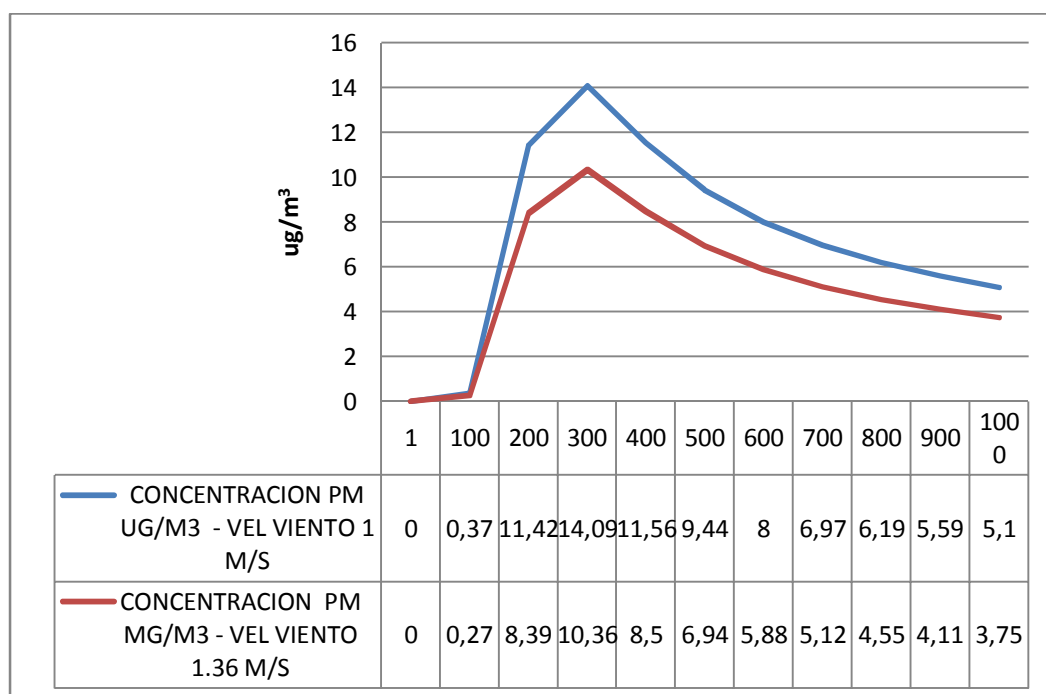


Fuente: El Autor

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: Si bien la pluma de contaminante no cambia la concentración del mismo si, debido a una variable esencial en el modelo, la velocidad del viento que en condiciones de 1m/s la dispersión alcanza a los 200 metros 14.12 ug/m³ decreciendo con la distancia hasta los 1000 metros con 6.91 ug/m³. La concentración del contaminante con velocidad del viento de 1.36 m/s se ve afectada en gran medida ya que entre mayor es la velocidad del viento menor es la presencia del agente contaminante incrementado la dilución en

el área circundante obtenido así a los mismo 200 m una concentración de PM₁₀ con 10.38 ug/m³ ubicando los dos resultados a distintas horas con la misma estabilidad atmosférica y diferente velocidad del viento dentro de la norma de (150 ug/m³) en 24 horas.

Gráfico # 26. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{2.5} PUNTO 2 ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO B VELOCIDAD DEL VIENTO 1M/S Y 1.36 1M/S.



Fuente: El Autor

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: La velocidad del viento como factor determinante en la concentración genera la misma pluma de dispersión con diferentes concentraciones por metro cubico de aire, las dos condiciones presentan cantidades de material particulado menores aun microgramo a los 100 metros, un repunte en la concentración a los 300 metros sin rebasar los 15 ug/m³ empezando a decrecer significativamente a partir de los 600 metros haciéndose imperceptible

al llegar a los 1000 metros con una concentración de 5.1 ug/m³ y 3.75 ug/m³ respectivamente la misma estabilidad atmosférica con diferente velocidad del viento arroja resultados que se encuentran en todo momento dentro de la norma Según el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio.

Tabla # 21. RESULTADO DE MONITOREO PUNTO 3.

Parámetros	Método/norma	U	Resultado	Valor límite permisible	Incertidumbre (k=2)
PM10	40 CFR Part 50, Appendix J o Appendix M	ug/m ³	427,88	150	±3%
PM2.5	40 CFR Part 50, Appendix J o Appendix L	ug/m ³	409,14	65	±3%

FUENTE: El Autor

Fuente: Informe Análisis de Laboratorio LABCESTTA.

Tabla # 22. CRITERIOS DE LA NORMATIVA PARA MATERIAL PARTICULADO TOTAL PUNTO 3.

Comparación con la normativa legal vigente (TULSMA) Libro VI anexo 4							
<i>Normas generales para concentraciones de contaminantes comunes en el aire ambiente</i>							
				Niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire			
PARAMETRO	U	Resultado	Valor Límite Permisible	Alerta	Alarma	Emergencia	Criterio De Resultado
PM ₁₀ Concentración en veinticuatro horas	ug/m ³	427,88 ₃ ug/m	150ug/m ³	250 ₃ ug/m	400ug/m ³	500ug/m ³	NO CUMPLE
PM _{2.5} Concentración en veinticuatro horas	ug/m ³	409,14 ₃ ug/m	65ug/m ³	--	--	--	NO CUMPLE

Elaborado por: El Autor

Fuente: Informe Análisis de Laboratorio LABCES

INTERPRETACION DE RESULTADOS: La muestra de PM_{10} aire ambiente presentan niveles fuera de la norma de 150 ug/m^3 durante 24 horas de monitoreo a condiciones de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ y 760 mm Hg . con un resultado de 427.88 ug/m^3 hallándose en niveles de alarma donde Según el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) en su libro VI anexo 4 numeral 4.1.3.4 Dice; La Entidad Ambiental de Control podrá proceder a la ejecución con actividades mínimas como Informar al público del establecimiento del Nivel de Alarma, Restringir, e inclusive prohibir, la circulación de vehículos así como la operación de fuentes fijas de combustión en la zona en que se está verificando el nivel de alarma. Esto podrá incluir en limitar el tiempo de operación para aquellas fuentes fijas que no se encontraren en cumplimiento con las normas de emisión.

Los niveles obtenidos para $PM_{2.5}$ rebasan la norma de 65 ug/m^3 a condiciones de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ y 760 mm Hg . con una concentración obtenida en el punto de muestreo de 409.14 ug/m^3 superando 6 veces a 1 los niveles máximos permisibles en 24 horas para material particulado inferior a 2.5 micrones.

Al realizar el análisis de estabilidad atmosférica para el punto 3 se logró definir tres tipos de estabilidad para condiciones climáticas máximas, mínimas y promedio detalladas a continuación:

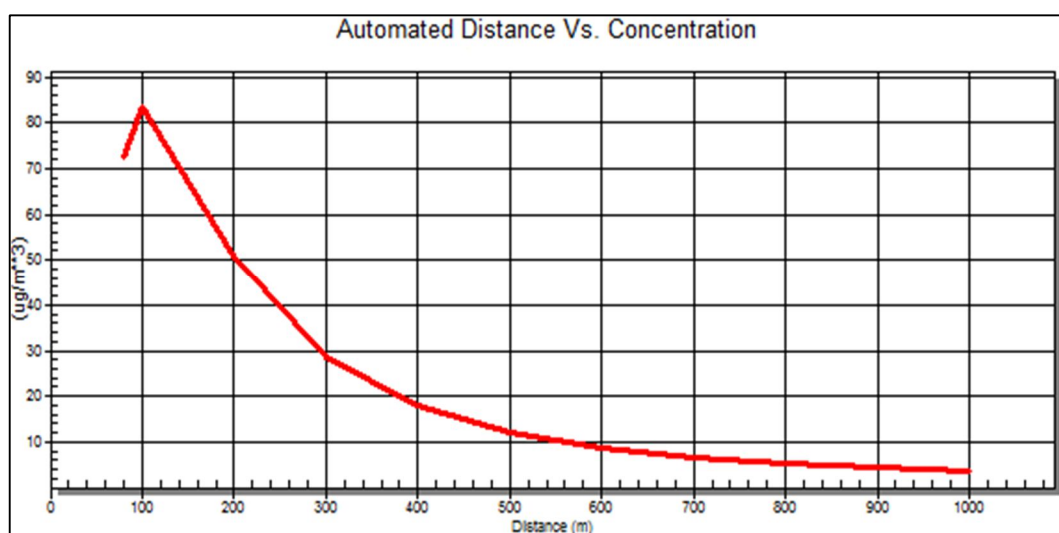
Tabla # 23. TIPOS DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA PRESENTADAS EL DÍA DE MUESTREO 16 DE JUNIO DEL 2014

Estabilidad Atmosférica Tipo C- Ligeramente Inestable		
Características		
temperatura Max °C	velocidad del viento Max m/s	altura de mezcla (m)
23	4.6	800
Estabilidad Atmosférica Tipo B–Inestable		
Características		
temperatura Min °C	velocidad del viento Min m/s	altura de mezcla (m)
8	1.1	1200
Estabilidad Atmosférica Tipo A– Muy Inestable		
Características		
temperatura Promedio °C	velocidad del viento Promedio m/s	altura de mezcla (m)
16	2.7	1600

Elaborado por: El Autor

Una vez corrido el software de modelo de dispersión atmosférico se pudo establecer las curvas de concentración del agente contaminante en la distancia acorde al tipo de estabilidad atmosférica para PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el punto 3.(Gráficos 27 al 32).

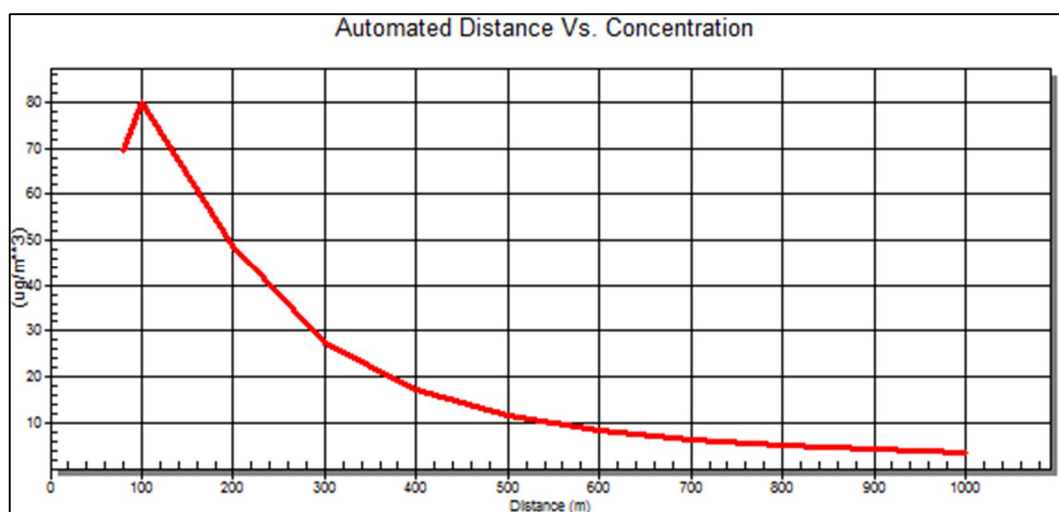
Gráfico # 27.DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{10} ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA C



Fuente: ElAutor

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: La mezcla vertical en la estabilidad atmosférica tipo C caracterizada por las altas temperaturas elevan el calor en la superficie aligerando el aire y permitiendo el transporte de las partículas en la atmósfera, en combinación con velocidades del viento de 4.63 m/s acelera la dilución del material particulado en la capa de mezcla, disminuyendo drásticamente el contaminante PM_{10} de $427\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el área de emisión a $83.84\mu\text{g}/\text{m}^3$ a los 100 metros, $12.18\mu\text{g}/\text{m}^3$ a los 500 m, ubicando la pluma de dispersión de material particulado inferior a 10 micrones dentro de la norma, de $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ Según Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) en todas las distancias analizadas.

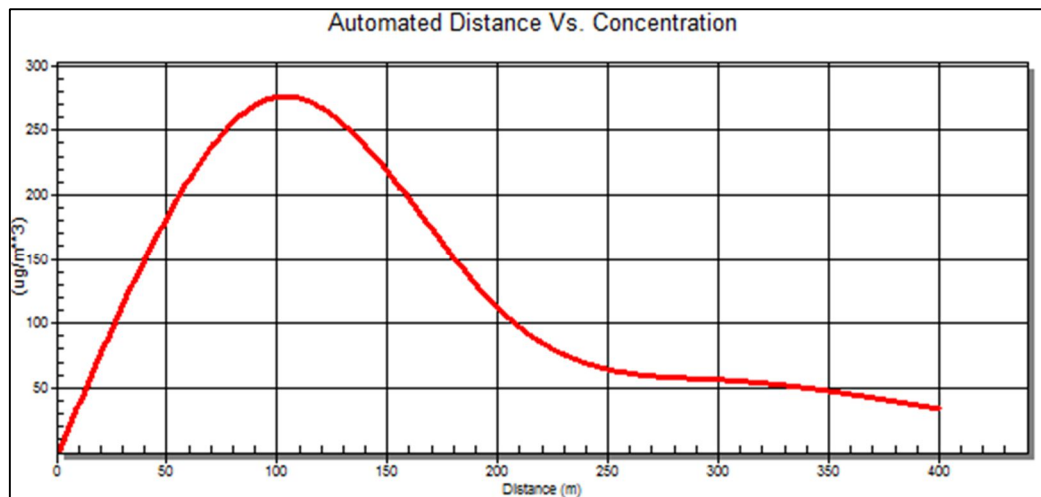
Gráfico # 28. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{2.5} PUNTO 3 ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO C



Fuente: El Autor

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: La pluma de dispersión en condiciones atmosféricas tipo C se mantiene en depresión del contaminante en la distancia, teniendo como punto máximo de concentración a los 100 metros con 79.83ug/m³ rango que se encuentra fuera de la legislación Ecuatoriana para aire ambiente, a pesar de haber presentado una dilución de 347.17 ug/m³ tal extraordinaria disolución permite que a los 200 metros el aire ya se encuentre dentro de la norma de 65 ug/m³ con 48.91 ug/m³ lo cual sugiere que con este tipo de estabilidad atmosférica en presencia del contaminante PM_{2.5} el aire es susceptible a auto depurarse con mayor velocidad decreciendo en gran manera la concentración que inicio en el área de emisión con 409.14 ug/m³ a 3.42 ug/m³ a los mil metros.

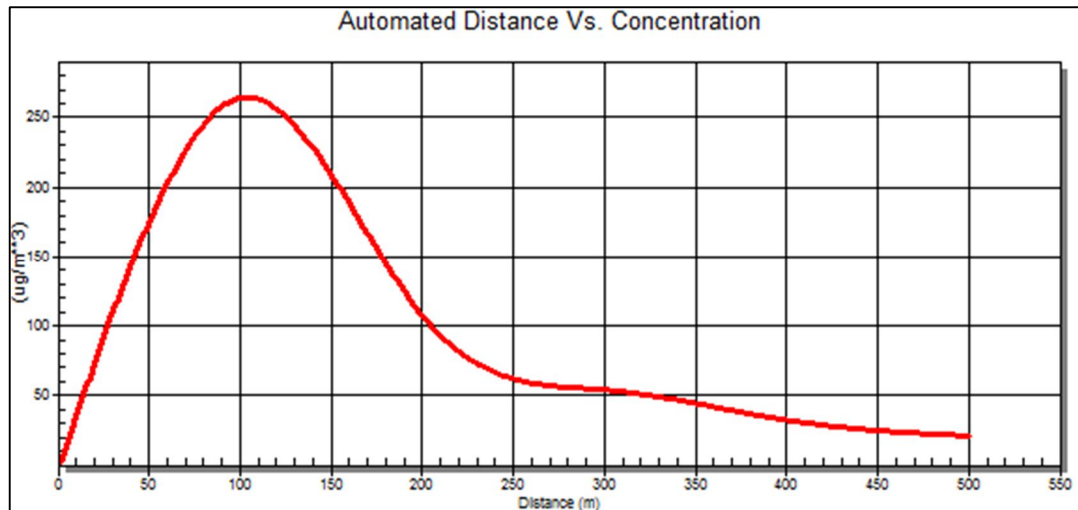
**Gráfico # 29. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM₁₀ PUNTO 3
ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO B.**



Fuente: El Autor

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: El máximo de concentración durante una hora se presentó a los 100 metros con 275.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ parámetro dentro de los niveles de alarma, aun así las condiciones atmosféricas tipo B con una altura de mezcla de 1200 m y velocidad del viento de 1.12 m/s permiten una pronta dilución del agente contaminante ocasionando que a los 200 metros ya se encuentren dentro de la norma con concentraciones de 112.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a los 300 m 56.41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a los 400 m 33.68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

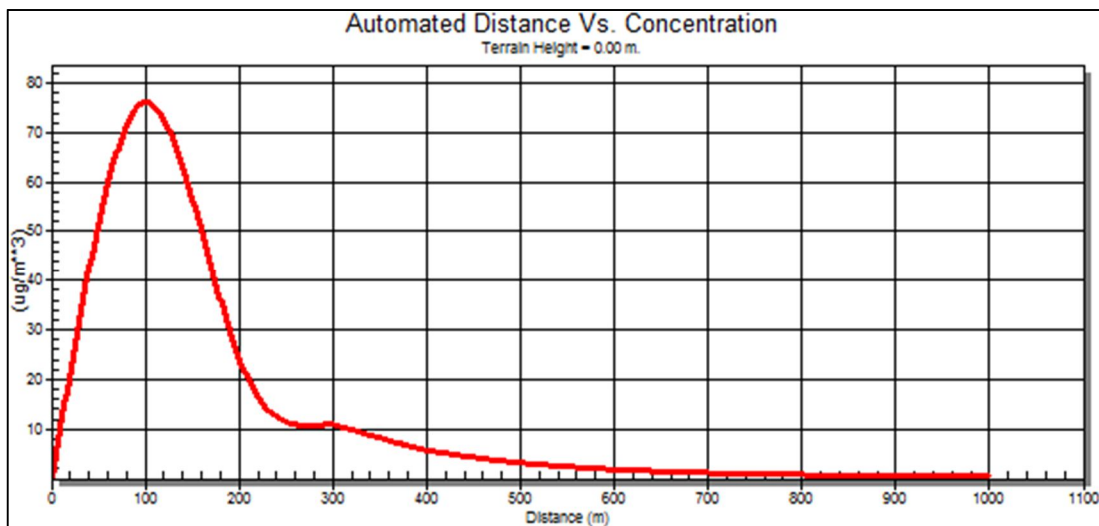
**Gráfico # 30. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{2.5} PUNTO 3
ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO B.**



Fuente: El Autor

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: Las concentraciones de PM_{2.5} obtenidas en foco de emisión de 409.14 ug/m³ son similares a las obtenidas en la muestra de PM₁₀ con 427.88 ug/m³ lo cual implica que la pluma de dispersión y concentración es similar encontrándose fuera de norma desde los 100m hasta los 200 metros con 263.8 ug/m³ y 107.6 ug/m³ respectivamente, la concentración entra en los rangos de la norma a partir de los 300 metros con 54.03 en los 500 metros con un valor de 20.98 ug/m³ donde ya se han diluido y dispersado en la capa de mezcla 388.19 ug/m³ de material particulado inferior a 2.5 micrones.

**Gráfico # 31. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE PM_{2.5} PUNTO 3
ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO A.**

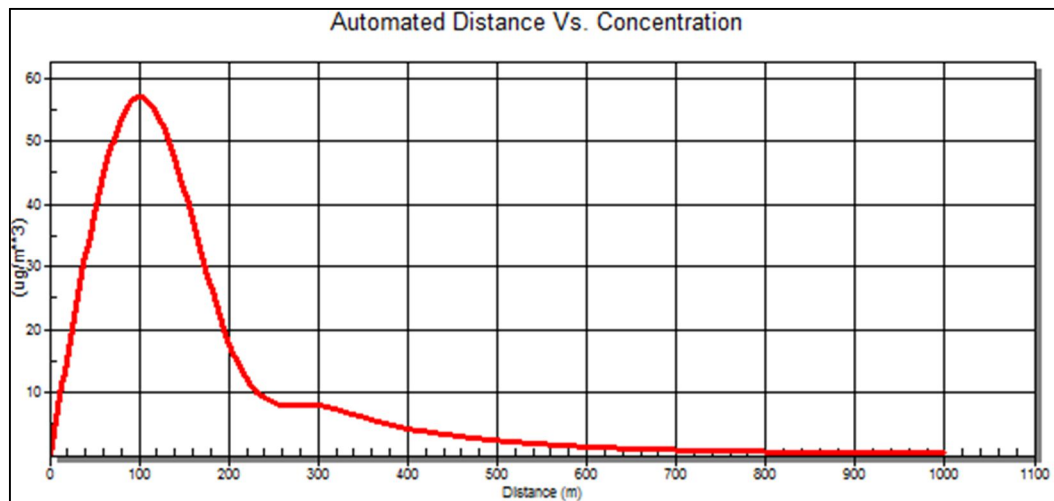


Fuente: El Autor

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: La estabilidad atmosférica tipo A muestra una altura de mezcla 1600 metros en donde el gradiente vertical ambiental es mucho mayor al gradiente vertical diabática seca sin producir intersección en niveles atmosféricos bajos lo cual permite que la altura de mezcla se extienda a mayores distancias, y mientras más profunda sea su altura mayor será el volumen de aire disponible para la dispersión de contaminantes en donde los residuos volátiles llegan a difundirse de manera vertiginosa gracias a la altitud presentada que permite llegar a diluir de $427.88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $263 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ubicando la pluma de dispersión a 100 metros todavía fuera de la norma del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) más al disponer de mayor volumen de aire en la capa de mezcla, incrementa la turbulencias térmica producida al presentarse la gradiente vertical ambiental con mayores temperaturas a la gradiente vertical diabática seca y en ausencia de inversión térmica la dispersión y dilución de los residuos volátiles alcanza una concentración de $106.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a los 200 m, $54.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a los 300 metros, $32.66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a los 400 m, llegando a los 500 metros con una

disminución de 406.05 ug/m^3 haciendo de la estabilidad atmosférica tipo A a una condición favorable para la dispersión de Material Particulado Total

Gráfico # 32. DISPERSIÓN DEL CONTAMINANTE $\text{PM}_{2.5}$ PUNTO 3 ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA TIPO B.



Fuente: El Autor

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS: Las concentraciones de $\text{PM}_{2.5}$ se encuentran dentro de la norma tanto a los 100 m con 56.99 ug/m^3 como a distancias superiores presentado una rápida disolución de material volátil llegando a los 1000 metros con una disolución de aproximadamente 99% y una concentración de 0.28 ug/m^3 .

2.4.2 Matriz de Evaluación de Conformidades y No Conformidades

La siguiente evaluación se realizó luego de analizar aspectos técnicos, que deben cumplir las minas específicamente en la extracción y la trituración del material pétreo, en esta tabla se muestran conformidades en referencia al cumplimiento de ley minera, decretos ejecutivos, y de forma específica al Reglamento Ambiental de Actividades Mineras.

2.4.2.1 Nomenclatura:

Conformidad (++).- acción evaluada que cumple con lo determinado en la normativa.

No conformidad menor (+ -).- cuando una acción evaluada cumple de manera parcial con la normativa.

No conformidad mayor (- -).- se establece cuando una acción evaluada no cumple con la normativa.

NORMATIVA LEGAL	COMPONENTE EVALUADO	NIVEL DE CONFORMIDAD
<p>LEY DE MINERIA Registro Oficial Suplemento 517 de 29-ene-2009 Última modificación: 16-jul-2013</p> <p>Art. 71.- Conservación de hitos demarcatorios.- Los titulares de concesiones mineras y permisos tienen la obligación de conservar los hitos demarcatorios</p>	Área minera delimitada cartográficamente	++
<p>REGLAMENTO AMBIENTAL DE ACTIVIDADES MINERAS Decreto Ejecutivo 121 Registro Oficial Suplemento 67 de 16-nov-2009</p> <p>Art. 52.- Empleo de métodos, equipos y tecnologías.- Los concesionarios mineros están obligados a realizar sus actividades de prospección, exploración, explotación, beneficio, procesamiento, fundición y refinación empleando métodos que prevengan, minimicen o eliminen los daños al suelo, al agua, al Aire, a la biota, y a las concesiones y poblaciones colindantes.</p>	Diseño de explotación cielo abierto por bancos descendentes	++
	Ancho de berma de seguridad, acorde al diseño de explotación	++
	Prisma de deslizamiento técnicamente desarrollado	+-
	Plataforma de trabajo acorde a requerimientos técnicos	++
<p>Art. 88.-Mitigación de impactos.- En la explotación de materiales de construcción, de minerales metálicos o no metálicos, se tendrá especial cuidado en mitigar convenientemente los impactos de: ruido, afectaciones al recurso</p>	Pulverización de agua en el talud, plataforma de trabajo prisma de deslizamiento	--
	Elegir las épocas climatológicas más favorables	--

hídrico superficial y subterráneo, afectaciones a cuencas, vibraciones y polvo y otras emisiones al aire	Pantallas cortaviento	--
Art. 88.- Mitigación de impactos.- Se procederá al modelado de taludes, con el objeto de conseguir perfiles geotécnicamente estables e integrados a la morfología del entorno y que, además, faciliten el reacondicionamiento e Implantación de la vegetación.	Altura de talud técnicamente elaborado	+ -
	Angulo de talud acorde a la altura del mismo	+ -
	Revegetación de los taludes	--
Art. 80.- Preparación de los frentes de explotación.- Se evitará la contaminación por polvo generado en las vías por el tráfico vehicular, desde y hasta los frentes de explotación, mediante la aspersión de agua, el afirmado de las vías utilizando material estéril, o mediante cualquier otro método que estará definido en el respectivo plan de manejo Ambiental.	Colocación de cámaras de niebla acorde a la dirección del viento.	--
	Riego de la zona de trabajo	--
	Racionalización del transporte interno	+ -
	Estabilización química de las superficies de rodadura	--
	Limitación de la velocidad del equipo pesado en la plataforma de trabajo	+ -
Art. 93.- Trituración y clasificación.- Durante estos procesos se colocarán filtros, ciclones, mangas u otros elementos que permitan la captación directa del polvo generado, con la finalidad de evitar la contaminación atmosférica.	Recubrimiento o caraneado individual de cada equipo	--
	Captadores de polvo en la descargar del material en la primaria	--
	Vigilancia de la operación de descarga de los volquetes para prevenir atascos y derrames	++
	Capotaje de las cintas y bandas transportadoras de material	+ -
	Sistemas de	+ -

	sedimentación vía húmeda en la alimentación del material y en los puntos de transferencia o de vertido	
	Captadores de polvo a lo largo de la cinta transportadora	+ -
	Las cintas deben trabajar en torno a un 75% de su capacidad	+ -
	Reducción de las alturas de caída libre del material y de la exposición al viento	--
	Pantallas cortaviento	++
	Descensores del material desde la cinta transportadora hasta la pila de material	--
	Sistemas de pulverización de agua en la Criba	+ -
	Riego con aspersores de las zonas de tránsito de la planta de acondicionamiento	+ -
REGLAMENTO DE SEGURIDAD MINERA Decreto Ejecutivo 3934 Publicación: Registro Oficial 999 Fecha: 30-jul-1996 Estado: Vigente Ultima Reforma: 25-may-2004	Dotación de equipo de seguridad personal	++
	Mantener programas de entrenamiento y capacitación para su personal a todo nivel en materia de seguridad e higiene minera	++
	Aplicar en todas sus operaciones, las normas de seguridad e higiene minera - industrial	+ -

A partir de la evaluación realizada es posible concluir que las actividades de trituración se desarrollan fuera de los parámetros establecidos como normales esto se define debido a que existe un 35.4% de “No Conformidades Mayores” en los puntos que requieren mayor atención en cuanto a emisión de Material Particulado. Adicionalmente es posible notar que 12 de los puntos evaluados se muestran como “No Conformidad Menor”(38.7%). Finalmente aquellos componentes evaluados como “Conformidad” (26.6%) en su mayoría tienen que ver con la extracción de material pétreo y normas de seguridad minera.

CAPITULO III

3. PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA EXTRACCIÓN Y TRITURACIÓN ADECUADA, DE MATERIAL PÉTREO.

3.1 Introducción

El material particulado total se puede definir como el conjunto de partículas sólidas o líquidas presentes en suspensión en la atmósfera de diferente tamaño y forma, clasificados en términos de diámetro aerodinámico, las partículas finas son las de diámetro aerodinámico menor igual a $2,5\mu\text{m}$, $\text{PM}_{2.5}$. el otro grupo de partículas está constituido por aquellas cuyo diámetro aerodinámico se centra alrededor de las 10 micras, PM_{10} que se originan a partir de una gran variedad de fuentes como material natural suspendido, aerosol marino o partículas procedentes de la actividad volcánica y las emisiones biogénicas todas estas consideradas como naturales, mayoritarias respecto de las emisiones antropogénicas producidas principalmente a partir de actividades industriales, tráfico rodado, la generación de energía, la agricultura y quema de biomasa e incendios forestales intencionados u ocasionados por negligencia.

La contaminación atmosférica por material particulado se define como la presencia excesiva de partículas menores a 10 y 2.5 micrones que ocasiona una variedad de impactos a la vegetación, materiales y el hombre. Para mitigar los impactos negativos se ha avanzado regulando los principales focos de emisión en las industrias y las fuentes móviles. En la actualidad se trabaja en la regulación más específica de minas y canteras, que, por sus características, requieren de una normativa específica.

Desde hace años el material particulado total se ha convertido en un factor contaminante constante en los procesos industriales mineros no metálicos debido al contacto directo con áridos y pétreos que se genera en la mayoría de las operaciones, desde las etapas iniciales de descubierta del terreno hasta la expedición de materiales, fases en las que comienza a aparecer el problema de la contaminación atmosférica por PM_{10} y $PM_{2.5}$.

3.2 Objetivo General

Elaborar una propuesta de Plan de Manejo Ambiental para la extracción y trituración adecuada, de material pétreo en el Área minera Kumochi, (Mina Ambato, Canteras Nieto y Canteras Kumochi Uno) sector Las Viñas Parroquia Izamba Cantón Ambato.

3.2.1 Objetivos Específicos.

- Elaborar programas de mitigación de emisión de material particulado total en las canteras monitoreadas en el presente estudio.

- Analizar los programas ambientales de acuerdo a las necesidades y limitaciones tanto técnicas como económicas de cada Cantera monitoreada.

3.2.2 Alcance de la Propuesta del Plan de Manejo Ambiental para la Extracción y Trituración de Material Pétreo adecuado en el Área Minera Kumochi.

El alcance que tendrá esta propuesta, será en las áreas de extracción y trituración de material pétreo en las concesiones mineras, Mina Ambato, Canteras Nieto y canteras Kumochi Uno

Se propenderá a la introducción de medidas de mitigación de impactos dirigidos específicamente a la emisión de material particulado con el fin de evitar daños hacia el medio ambiente y personal que trabaja directamente durante la operación de las actividades mineras. Para lo cual se desarrollaran los siguientes programas.

3.2.3 Programa de Prevención y Reducción de la Contaminación

Comprende medidas destinadas a prevenir y minimizar los impactos negativos sobre los medios involucrados: físico (agua, aire y suelo), bióticos (Flora, fauna y ecosistemas) y sociales (comunidades y su participación en el proyecto).

3.2.4 Objetivo

Establecer medidas específicas de prevención, corrección y mitigación en los procesos de generación de material particulado producto de la extracción y trituración de material pétreo.

3.2.5 Alcance del Programa

El alcance de este programa se regirá a los bancos de explotación y los cuerpos de trituración de las concesiones mineras en el área minera Kumochi.

3.2.6 Responsable del Programa

El responsable del programa será el concesionario minero

3.2.6.1 Descripción de las Actividades

A continuación se detallan las actividades que se desarrollan en las fases objeto de estudio en las concesionarias mineras para cumplir con los objetivos planteados.

3.2.6.1.1 emisiones de material particulado provenientes de la extracción de material pétreo

Por las características geológicas y morfológicas del área de estudio, el tipo de maquinaria a utilizarse, consideraciones de seguridad minera, velocidades del viento superiores a los 2 m/s la mayor parte del año, baja humedad natural del terreno y de la roca. Se deberá aplicar las siguientes medidas ambientales para la minimización de emisiones por erosión eólica y mecánica.

Características ideales del banco de extracción:

- Alturas de taludes de entre 8 y 12 metros
- Ángulos de taludes de entre 45° a 60° en función de la altura del banco
- Anchos de berma desde 7 hasta 9 metros
- Prismas de deslizamiento no superiores a 0.30m
- Plataforma de trabajo entre 28 y 32 metros

Medidas adicionales

Empleo de un cañón nebulizador que capte las partículas en suspensión, ubicados en dirección SE y SSE de los bancos de extracción. Los cuales deberán ser encendidos de preferencia cuando se presenten condiciones atmosféricas tipo F estables y C ligeramente inestables, con lo cual se propenderá al uso sostenible del recurso agua.

Imagen # 6. CAÑON NEBULIZADOR DE AGUA.



Fuente: Asociación Nacional Española de Fabricantes de Áridos.

Se deberá utilizar sistemas de aspersión o de camiones cubas para el riego de las plataformas de trabajo en días con altas temperaturas, fundamental para evitar las emisiones de material particulado por la rodadura de la excavadora.

Colocar cortinas de árboles nativos de rápido crecimiento con una altura ideal de 10 metros sin espacios abiertos entre sí, los cuáles serán colocados en los extremos de los bancos que estén siendo aprovechados, sin afectar el avance de la obra, para reducir la dispersión de contaminantes PM_{10} $PM_{2,5}$

De igual forma realizar la liquidación del banco de forma progresiva, revegetando los taludes que ya han sido explotados, con especies arbustivas resistentes a climas áridos, lo cual, ayuda a fijar las partículas finas al suelo y evita además emisiones a la atmósfera por erosión eólica.

Controlar las cantidades de material hábil, cargadas en los camiones y su correcta distribución en la caja, evitando así el derrame de material por los costados de los volquetes y la generación de polvo.

Limitar la velocidad de la maquinaria pesada, al pasar cerca de las plataformas de trabajo.

3.2.6.1.2 emisiones de material particulado provenientes de la trituración de material pétreo

Según los resultados de los análisis material particulado que se realizó en las minas en estudio, los niveles de PM₁₀ y PM_{2.5} se encuentra fuera del límite permisible de la normativa ambiental, se recomiendan algunas sugerencias para poder reducir la emisión de material particulado producto de los procesos de trituración como alimentación a la primaria, transporte en bandas, y cribado.

Especificaciones para evitar emisiones en la Alimentación a la trituradora primaria.

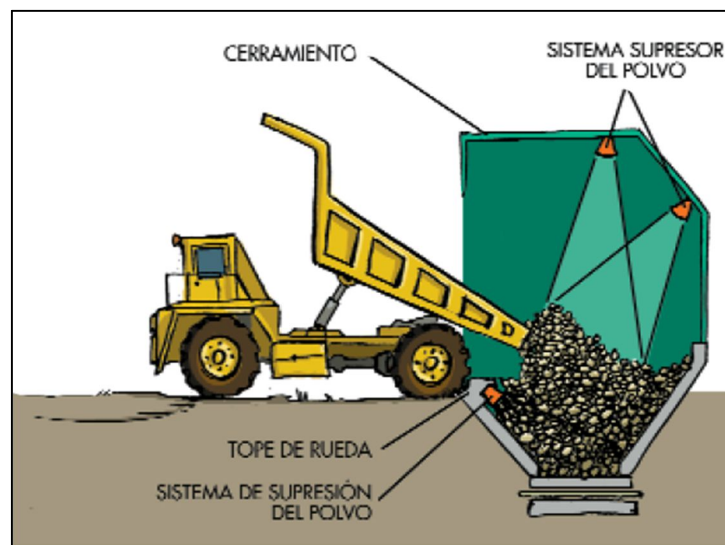
Caraneado de la tolva orientada en dirección contraria a los vientos SE y SSE, propendiendo a dejar un espacio ideal para el ingreso de la roca sin producir derrames del material.

Aplicación de sistemas de sedimentación vía húmeda en la boca de la trituradora mediante aspersores colocados en la parte superior de la tolva

Implementar aspiradoras de polvo en la boca de la trituradora

Vigilancia de la operación de descarga de los dumpers para prevenir atascos y derrames.

Gráfico # 33. CARANEADO DE LA TOLVA EN LA PRIMARIA.



Fuente: Asociación Nacional Española de Fabricantes de Áridos.

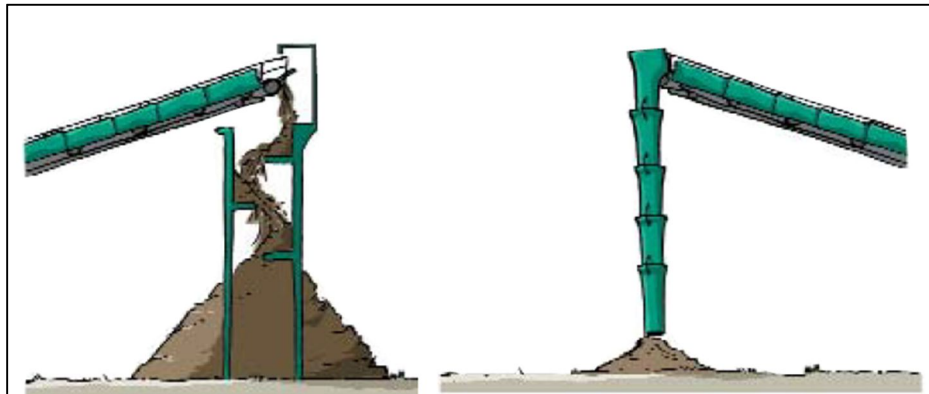
Especificaciones para evitar emisiones en las cintas transportadoras entre los diferentes equipos

Se deberá realizar el capotaje e instalar captadores de polvo en toda la longitud de la cinta y en el punto de transferencia o de vertido combinado con cámaras de niebla en la alimentación de material y los puntos de transferencia de la primaria a la secundaria, terciaria y criba.

Para disminuir las emisiones de material particulado en el transporte del material en las cintas se debe tomar en cuenta que las rocas deben ser cargadas en el centro y no en los bordes, a un 75% de su capacidad, hay que asegurarse de que el material y la cinta viajan en la misma dirección y a la misma velocidad, ha de evitarse que el material impacte y se produzcan deformaciones en la cinta, se debe incorporar bandas de goma lisa en los laterales y usar raspadores o “scrapers” en el retorno de la bandeja para eliminar las partículas finas de polvo adheridas a la superficie.

Para el control de polvo desde los puntos de vertido hasta el apilamiento de material se deberá regular la altura de caída de material, colocar cámaras telescópicas en espiral o en escaleras, y usar pantallas cortavientos alrededor de las áreas de emisión.

Gráfico # 34. SISTEMAS DE DESCENSO DE MATERIAL.



Fuente: Asociación Nacional Española de Fabricantes de Áridos.

Especificaciones para evitar emisiones en la molienda

Las etapas de molienda son en general la fase donde se produce la mayor cantidad de polvo debido a los choques y la fricción que sufren las rocas al disminuir sus dimensiones, además el desplazamiento de las partes móviles de la trituradora origina corrientes de aire que favorecen la dispersión del polvo. Al ser una fase en la que el material no puede ingresar con exceso de humedad los controles por vía húmeda son limitados a la alimentación y descarga del producto por lo cual se sugiere colocar nebulizadores cerca de las áreas de emisión acorde a la dirección del viento con el fin de captar el material particulado una vez que ha sido emitido, además de implementación de cortinas naturales en el área circundante, no inferior a 200 m con el fin de mantener las emisiones dentro del área de influencia directa

Confinar las emisiones de polvo dentro de las etapas a través del caraneado de cada una de ellas procurando reducir el número de aberturas.

Gráfico # 35. CARANEADO DE CUERPOS DE TRITURACIÓN



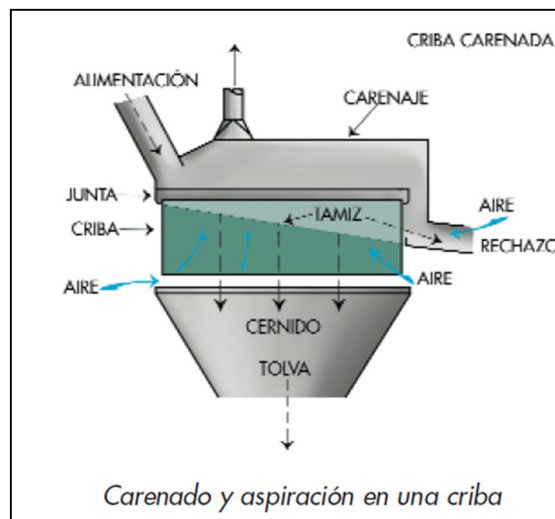
Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España.

Especificaciones para evitar emisiones en el cribado

Para reducir las emisiones producidas en esta fase es necesario la aplicación de un sistema de pulverización de agua en la alimentación y la salida de material.

Se deberá instalar el caraneado junto a un sistema de aspiración de partículas que disminuya las emisiones y el depósito de material sedimentable cerca de los equipos de criba.

Gráfico # 36. CARANEADO DE LA CRIBA.



Fuente: Rea Becerra 2003.

Además se contará con un sistema de riego por aspersores para disminuir la dispersión por efecto de rodadura de maquinaria de limpieza

Gráfico # 37. RIEGO CON ASPERSORES DE LAS ZONAS DE TRÁNSITO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.



Fuente: Rea Becerra 2003

3.2.7 Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo

El Plan de seguridad e higiene en el trabajo se realiza para implementar medidas y acciones que permitan precautelar la salud e integridad del personal del área minera durante las actividades de la misma, en función de lo establecido en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables a operaciones mineras, y especialmente a lo descrito en el Reglamento de Seguridad minera.

3.2.7.1 Objetivo

Establecer procedimientos específicos de seguridad para el personal minero que labora en el área conforme lo establece el Reglamento de Seguridad Minera aplicable en el Ecuador.

3.2.7.2 Alcance del Programa

El alcance de este programa se regirá a las actividades operadas en la extracción y trituración de material pétreo

3.2.7.3 Responsable del Programa

El responsable del programa será el Departamento de Salud y Seguridad Ocupacional.

3.2.7.4 Descripciones de las Actividades

En base a lo dispuesto por el Reglamento de Seguridad Minera del Ecuador Registro Oficial 999 Publicado el 30 de julio de 1996.

Art. 9.- Obligaciones de los titulares.- Son obligaciones de los titulares de derechos mineros:

- a.** Preservar la salud y vida de su personal técnico y de trabajadores;

- b.** Aplicar en todas sus operaciones, las normas de seguridad e higiene minera - industrial, previstas en la Ley de Minería, su Reglamento General, el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo y el presente Reglamento. Estas normas deben

difundirse en forma oportuna y eficaz a fin de garantizar su pleno cumplimiento.

Se debe realizar las siguientes acciones con la finalidad de precautar la salud de los trabajadores expuestos a las emisiones de material particulado:

Se aislara las cabinas de los vehículos, así como los puestos de mando de máquinas e instalaciones expuestas a las emisiones, para reducir nivel de polvo al que estén expuestos sus operarios.

Se dispondrán de mandos a distancia con el fin de aislar a los trabajadores de los focos productores de polvo en la molienda, bandejas de transporte interno y accionamiento de maquinaria.

Se pondrán a disposición de los trabajadores los equipos de protección individual -EPP. Adecuados al riesgo y que cuenten con marcado CE e instrucciones, para cada una de las partes del cuerpo vulnerables a riesgos pulvígenos.

- EPP de cabeza

- EPP auditiva

- EPP visual

- EPP respiratoria

- EPP cutánea

- EPP miembros superiores e inferiores

Proporcionar formación a los trabajadores sobre el uso adecuado de los EPP, sobre higiene, primeros auxilios y prevención de enfermedades.

Todo el personal que trabaje en el área minera deberá contar de una inducción completa referida a la salud ocupacional.

Se llevará un registro o ficha médica de cada trabajador.

Se deberá evitar la sobrecarga de los vehículos.

El empresario tiene la obligación de realizar la vigilancia de la Salud de los trabajadores prestando especial atención a la influencia de la exposición al polvo sobre el organismo.

Los trabajadores con riesgo por exposición a ambientes polvorientos han de pasar exámenes médicos previos a su admisión en el trabajo luego de lo cual se realizaran reconocimientos periódicos radiológicos cada tres años los cuales constarán de exploración radiográfica de tórax y de aquellas solicitadas por el médico

Se dispondrá de señalización acorde con la normativa aplicable, a continuación se presenta varios tipos de señalización a utilizarse en el proyecto:

Gráfico # 38. TIPO DE SEÑALÉTICA A UTILIZARSE.



Fuente: Plan de Acción Mina Ambato.

3.2.8 Programa de Educación y Capacitación Ambiental

El Plan de capacitación y educación ambiental se compone de una serie de medidas creadas con el fin de concienciar al personal que se involucra en las actividades mineras, para la correcta realización de su trabajo como base de una buena gestión ambiental y adecuadas medidas de seguridad.

3.2.8.1 Objetivo

Disminuir los efectos negativos que ocasiona el proyecto en sus fases de extracción y trituración mediante el intercambio de conocimientos sobre gestión ambiental y medidas de seguridad entre el personal del área minera.

3.2.8.2 Alcance del Programa

El alcance de este programa está dirigido al personal administrativo y técnico que labora en las concesiones mineras en estudio.

3.2.8.3 Responsable de Proyecto

Los responsables del programa de educación y capacitación ambiental serán los concesionarios mineros.

3.2.8.4 Descripciones de las Actividades

El programa de capacitación se basará en la difusión de varios temas encaminados al cumplimiento de las actividades planteadas en el presente plan de manejo. Los temas a ser tratados corresponden a:

- Información general del proyecto
- Primeros Auxilios.
- Uso de Equipo de seguridad personal.
- Riesgos existentes en los frentes de trabajo.
- Mantenimiento de infraestructura y equipos.

- Monitoreos ambientales.
- Enfermedades de origen pulvígeno
- Capacitaciones que se vean necesarias

Se sugiere que el titular solicite la ayuda a un técnico capacitado en los temas propuestos (bomberos, cruz roja, defensa civil, técnicos de seguridad minera, etc.)

3.2.9 Programa de Monitoreo y Seguimiento Ambiental

Consiste en muestreos, mediciones y análisis aplicados de manera periódica para contrarrestar las acciones identificadas como potenciales peligrosos y que pudieran alterar la salud de los trabajadores. Las acciones correctivas a implementarse están contempladas en el Plan de Manejo Ambiental y para su aplicación se considerarán los estándares y normas de la Legislación Ambiental vigente.

El monitoreo de material particulado aire ambiente permitirá evaluar el cumplimiento y funcionamiento de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales propuestas en las zonas de emisión.

3.2.9.1 Objetivo

Cumplir con un seguimiento periódico a las emisiones de material Particulado total para un constante mejoramiento de las medidas de Prevención y Mitigación establecidas en el PMA.

3.2.9.2 Alcance del Programa

El alcance de este programa es a las emisiones producidas en la extracción y trituración de material pétreo.

3.2.9.3 Responsable del Programa

Los responsables del programa serán los concesionarios mineros

3.2.9.4 Descripciones de las Actividades

Los monitoreos deberán ser realizados de manera semestral en los puntos críticos ya definidos en la extracción y trituración del material pétreo.

Los parámetros a monitorearse serán material particulado menor a 10 micrones y material particulado inferior a 2.5 micrones durante un periodo de 24 horas en concordancia con la dirección del viento y deberán ser realizados por parte de un laboratorio acreditado ante la OAE.

Una vez obtenidos los resultados deben ser comparados con los obtenidos en el monitoreo anterior con la finalidad de verificar la funcionalidad del Programa de Prevención y Reducción de la Contaminación, además deberán ser entregados a las entidades de control e incluidos en las auditorías ambientales efectuados de forma anual.

Marco Legal Aplicable es el siguiente:

La Norma de Calidad del Aire Ambiente, Libro VI Anexo 4 del texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Registro Oficial del 31 de marzo del 2003.

3.2.10 Presupuesto del Plan de Manejo Ambiental

Para ejecutar el siguiente de plan de manejo ambiental para la extracción y trituración adecuada, de material pétreo, se detalla el siguiente presupuesto.

Tabla # 24. PRESUPUESTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

PRESUPUESTO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL					
<i>Programa de Prevención y Reducción de la Contaminación</i>					
ACTIVIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL ESTIMADO	PLAZO DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE
Estabilización de taludes Excavadora	\$ 30 por hora	20/h	600	Inmediatamente	Concesionario Minero
Estabilización de taludes buldócer	\$ 30 por hora	20/h	600	Inmediatamente	Concesionario Minero
Estabilización de taludes volquete	\$ 30 por hora	20/h	600	Inmediatamente	Concesionario Minero
Instalación de nebulizar de cañón en la extracción	20,000	1	20,000	Inmediatamente	Concesionario Minero
Instalación de sistema de aspersión en las plataformas de trabajo	210	3	630	Inmediatamente	Concesionario Minero
Siembra de cortinas rompe vientos	0.15	200	30	Inmediatamente	Concesionario Minero
Revegetación de taludes ya explotados	0.15	500	75	Conforme al avance de la obra	Concesionario Minero
Capotajedela tolva en la primaria	550	2	1100	Inmediatamente	Concesionario Minero
Implementación de sistema de	10403	2	20806	Inmediatamente	Concesionario

aspersión en las bandejas de transporte, y alimentación de material					Minero
Implementar sistema de aspiradoras de polvo en la criba, bandejas de transporte y alimentación de material	7300	2	14600	Inmediatamente	Concesionario Minero
Capotaje de bandas transportadoras	10*m	80 m	800	Inmediatamente	Concesionario Minero
Incorporar bandas de goma lisa en los laterales	12* m	20 m	240	Depende de la carga en la banda de transporte	Concesionario Minero
Instalación de raspadores o “scrapers” en el retorno de la bandeja	20	14	280	Inmediatamente	Concesionario Minero
Colocar cámaras telescópicas, en espiral o en escaleras, en el descenso del material	220	9	1980	Inmediatamente	Concesionario Minero
Confinamiento de los cuerpos de trituración	10,000	3	30000	Inmediatamente	Concesionario Minero
<i>Programa De Seguridad y Salud en el Trabajo</i>					
ACTIVIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL ESTIMADO	PLAZO DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE
Aislamiento de cabinas de vehículos maquinaria y puestos de mando	500	3	1500	Inmediatamente	Concesionario Minero
Colocar mandos a distancia de accionamiento	150	8	1200	Depende de la eficacia de las demás medidas	Concesionario Minero

Entregar EPP	145	10	1450	Inmediatamente	Concesionario Minero
Vigilar la salud de los trabajadores ante riesgos pulvígeno	60	10	600	Al inicio de los trabajos en la planta y cada tres años	Concesionario Minero
Señalización acorde con la normativa aplicable	3	20	60	Inmediatamente	Concesionario Minero
<i>Programa de Educación y Capacitación Ambiental</i>					
ACTIVIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL ESTIMADO	PLAZO DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE
Capacitación de primeros auxilios	50	1	50	Inmediatamente	Concesionario Minero
Capacitación de uso de equipo de seguridad personal	50	1	50	Inmediatamente	Concesionario Minero
Capacitación de riesgos existentes en los frentes de trabajo	50	1	50	Inmediatamente	Concesionario Minero
Capacitación de mantenimiento de infraestructura y equipos	50	1	50	Inmediatamente	Concesionario Minero
Capacitación de Monitoreos ambientales	50	1	50	Inmediatamente	Concesionario Minero
Capacitación de Enfermedades de origen pulvígeno	50	1	50	Inmediatamente	Concesionario Minero
Capacitaciones varias	100	2	200	Inmediatamente	Concesionario Minero

<i>Programa de Monitoreo de Seguimiento Ambiental</i>					
ACTIVIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL ESTIMADO	PLAZO DE EJECUCIÓN	RESPONSABLE
Monitoreo de material particulado total	770	6	4620	Semestral	Laboratorio Acreditado por La OAE
TOTAL APROXIMADO DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL					102.271

3.3 Conclusiones y Recomendaciones

3.3.1 Conclusiones

- De la georreferenciación de las concesiones otorgadas dentro de la zona minera Kumochi se puede concluir que las emisiones de Material Particulado Total producidos en los procesos extractivos y de trituración se mantienen dentro de las áreas de influencia directa.
- Al evaluar los niveles de contaminación por Material Particulado Total producidos en la extracción de material pétreo en el punto de monitoreo seleccionado para las tres concesiones monitoreadas, se encontró niveles de 371 ug/m^3 para PM_{10} y 314 ug/m^3 para $\text{PM}_{2.5}$ excediendo la norma en 2.47 y 4.83 veces respectivamente.
- Las muestras obtenidas en la trituración del material, presentan mayor concentración tanto en la Mina Ambato con $429,57 \text{ ug/m}^3$ para PM_{10} y 347.95 ug/m^3 para $\text{PM}_{2.5}$ como en Canteras Nieto con $427,88 \text{ ug/m}^3$ para PM_{10} y 409.14 ug/m^3 para $\text{PM}_{2.5}$ superando la norma en 2.68, 2.85, 5.35 y 6.29 veces respectivamente.
- De los análisis de dispersión realizados en el punto uno se puede establecer que en condiciones atmosféricas tipo C la pluma del contaminante se encuentra fuera de la norma hasta los 200 metros, en condiciones atmosféricas tipo F hasta los 2000 metros y con estabilidad atmosférica tipo B hasta los 250 m sin atravesar el área de influencia directa.

- El análisis de la dispersión de los puntos de trituración de material pétreo permite concluir que en cualquiera de las estabildades atmosféricas presentes los días del monitoreo, las plumas de contaminante rebasan la norma hasta aproximadamente los 200 metros luego de lo cual presentan niveles permisibles.
- Los programas ambientales se aplicaran para mitigar las emisiones de material particulado producto del arranque y acondicionamiento de material pétreo así como también disminuir el área de afectación y preservar la salud y la seguridad en los trabajadores.

3.3.2 Recomendaciones

- Se recomienda la aplicación del plan de manejo ambiental de forma conjunta entre las canteras en estudio de forma especial el programa de prevención y reducción de la contaminación con el fin de reducir costos y optimizar recursos.
- Es recomendable la aplicación de las medidas de mitigación, vía húmeda acorde al tipo de estabilidad atmosférica y velocidad y dirección del viento presentado durante el día para de esta manera preservar el recurso agua.
- Es imprescindible para la mitigación de las emisiones de polvo, realizar una explotación técnica de los bancos de extracción respetando lo descrito en el plan de extracción minero en lo referente a: altura de talud, ángulo de inclinación, anchos de berma, prisma de deslizamiento y plataforma de trabajo.
- Es recomendable realizar monitoreos semestrales en cada uno de los puntos seleccionados para de esta manera poder evidenciar la eficacia de los programas descritos en el presente estudio.
- La difusión del plan de manejo ambiental entre los trabajadores de las canteras en estudio es esencial ya que de esta manera se creará entre los mismos un sentido de conciencia ambiental garantizando la correcta aplicación de cada uno de los programas descritos.

3.4 Referencias Bibliográficas

3.4.1 Libros

- CASAS Manuel, Francisca Gea, Esmeralda Javaloyes, Alberto Martín. Educación medioambiental. 1ª ed. Alicante: editorial Club Universitario,(2007), ISBN (978-84-8454-622-1).
- PUIGSERVER Manuel. El medio atmosférico: meteorología y contaminación 1ª ed. Universidad de Barcelona,(2008), ISBN (978-84-475-3252-0).
- LLORCA Rafael, Bautista Inmaculada. Prácticas de la atmosfera suelo y agua. 1ª ed. Universidad Politécnica de Valencia (2006), ISBN (84-8705-947-6).
- ERRAZURIZ Ana, Cereceda Pilar, González Ignacio, González Mireya. Manual de geografía de Chile. 3ª ed. Editorial Andrés Bello, (2002). ISBN (956-13-1523-8)
- MARTINEZ Ernesto, Díaz Yolanda. Contaminación atmosférica. 1ª ed. Universidad de Castilla – La Mancha, (2004). ISBN (84-8427324-5
- CARDENAS Marcela, Chaparro Eduardo. Industria minera de los materiales de construcción. Su sustentabilidad en Sur América. 1ª ed. Naciones Unidas,(2004).ISBN(92-1-322582-2).

- ALFARO Maria. Contaminación del aire emisiones vehiculares, y situación actual y alternativas. 1ª ed. Editorial Universidad Estatal a Distancia San Jose de Costa Rica. (2000). ISBN (9977-64-993-6)

- DOMINGUEZ Héctor. Nuestra atmósfera. 1ª ed. Editorial lectorun. (2004). ISBN (970-732-52-4)

- CASAS Jose. fisica para las ciencias de la vida.4ª ed. Editorial Reverte. (2003). ISBN (968-6708-31-6)

- CASELLI Maurizio. La contaminación atmosférica efectos sobre el clima la vegetación y los animales 6ª ed. Editoririuntini. (2000). ISBN (968-23-1800-9)

- CALVO benjamín, Gagardo Aníbal, Maya Mario. Rocas y minerales industriales de Iberoamérica. 1ª ed. Instituto Tecnológico Geominero de España. (2000). ISBN(84-7840-396-5)

- REA Raúl. La industria extractiva del estado de Nayarit perfil socio económico. 1ªed. Universidad Autónoma de Nayarit.(2003)

3.4.2 Linkografías

- MORAGUES Jaime. clasificación de estabilidad atmosférica capas de mezcla [en línea]. Actualizado: 15 agosto 2012. [fecha de consulta: 13 marzo del 2014]. Disponible en: <http://www.ceiucaweb.com.ar/documentos/2-ambiental/3er-anio-1er-cuatri/meteorologia/apunte/capa%20de%20mezcla.pdf>
- RICO Alfonso. la ingeniería de los suelos en las vías terrestres. [en línea]. Actualizado 18 febrero 2010. [fecha de consulta: 26 marzo del 2014]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/164716790/La-ingenieri-a-de-suelos-en-las-vi-as-terrestres-pdf>
- ASOCIACIÓN Nacional Española de Fabricantes de Áridos. Control de polvo en canteras graveras y plantas de tratamiento. [en línea]. Actualizado 23 febrero 2014. [fecha de consulta: 15 junio del 2014]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/208743828/Control-Del-Polvo-en-Canteras-Graveras-y-Plantas-de-Tratamientos-de-Aridos>
- BARRAGAN Jorge. Explotación a cielo abierto de materiales de construcción. [en línea]. Actualizado 17 noviembre 2007. [fecha de consulta: 18 junio del 2014]. Disponible en: http://www.aimecuador.org/capacitacion_archivos_pdf/Explotaci%C3%B3n%20de%20canteras.pdf
- TORRES Agustín. Aplicación práctica del modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos IS-CST3. [en línea]. Actualizado 22 de enero

2013.[fecha de consulta: 22 julio del 2014]. Disponible en:
http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45572/componente45570.pdf

- CARRAS Luis. Técnicas modernas para la obtención de agregados.[en línea]. Actualizado 2 de agosto 2009. [fecha de consulta: 28 julio del 2014]. Disponible en:
http://www.ingenieria.unam.mx/~luisr/mt_1608/2.13%20Tecnicas%20modernas%20para%20la%20obtencion%20%20de%20agregados.pdf
- CRUZ Gabriela. Temperatura del aire.[en línea]. Actualizado 18 de mayo 2006. [fecha de consulta: 05 agosto del 2014]. Disponible en:
<http://www.fagro.edu.uy/~agromet/curso/1-2/TeoTdeLAIRE2008.pdf>
- KWS. sistemas de aspersión para trituradoras. [en línea]. Actualizado 23 de agosto del 2014. [fecha de consulta: 26 agosto del 2014]. Disponible en:
http://www.newcrusher.ga/sale/54645_sistemas%20de%20aspersion%20para%20trituradora.html
- ARQHYS Arquitectura. Materiales pétreos. . [en línea]. Actualizado 19 de octubre del 2013. [fecha de consulta: 28 agosto del 2014]. Disponible en:
<http://www.arqhys.com/articulos/petreos-materiales.html>

3.4.3 Tesis Publicadas

- LASLUIZA Wilmer, Torres Wilson, “Evaluación de contaminantes y propuesta de un plan de manejo ambiental , aplicado a las emisiones de fuentes fijas de combustión a la atmosfera, descargas líquidas y emisiones de ruido de las principales industrias ubicadas en el sector Solanda Cantón Quito.” Presentada en la Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga 2007.
- ENDARA José, “Determinación de la calidad ambiental, producto del mantenimiento de aeronaves en el hangar del CEMA, para la prevención y control ambiental en el cantón Latacunga, periodo 2013”. Presentada en la Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga 2014.

3.4.4 Anexos y Gráficos



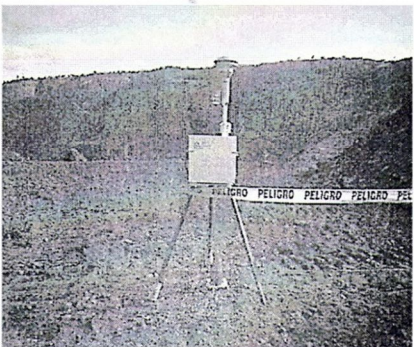
ANEXO # 1. GEORREFERENCIACIÓN DEL ÁREA MINERA





**ANEXO # 2. MONITOREO EN LA TRITURACIÓN DE MATERIAL
PÉTREO**



ANEXO # 3. RESULTADO DEL MONITOREO EN LA EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO

	INFORME N° IEM-1610-12 MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO CANTERAS NIETO	 LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE C 10-010																							
<p>7 PROCEDIMIENTO UTILIZADOS</p> <p>La determinación de material particulado se realizó según el procedimiento específico PEE.EL.04 cumpliendo con el método EPA 40 CFR apartado 50 apéndice J,M,L (Reference method for the determination of fine particulate matter as PM_{2.5} y PM₁₀ in the atmosphere).</p>																									
<p>8 DESVIACIONES DEL PROCEDIMIENTO</p> <p>No se dieron desviaciones al método</p>																									
<p>9 RESULTADOS</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Parámetros</th> <th>Descripción</th> <th>Fecha</th> <th>Tiempo</th> <th>Coordenadas</th> <th>Valor Encontrado</th> <th>Concentración Corregido</th> <th>Incertidumbre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PM₁₀</td> <td>LINDERO NOROESTE</td> <td>26/05/2014</td> <td>24 horas</td> <td rowspan="2">769048-9862784</td> <td>371</td> <td>43.44</td> <td>±2.096</td> </tr> <tr> <td>PM_{2.5}</td> <td>LINDERO NOROESTE</td> <td>26/05/2014</td> <td>24 horas</td> <td>314</td> <td>30.31</td> <td>±14841</td> </tr> </tbody> </table>			Parámetros	Descripción	Fecha	Tiempo	Coordenadas	Valor Encontrado	Concentración Corregido	Incertidumbre	PM ₁₀	LINDERO NOROESTE	26/05/2014	24 horas	769048-9862784	371	43.44	±2.096	PM _{2.5}	LINDERO NOROESTE	26/05/2014	24 horas	314	30.31	±14841
Parámetros	Descripción	Fecha	Tiempo	Coordenadas	Valor Encontrado	Concentración Corregido	Incertidumbre																		
PM ₁₀	LINDERO NOROESTE	26/05/2014	24 horas	769048-9862784	371	43.44	±2.096																		
PM _{2.5}	LINDERO NOROESTE	26/05/2014	24 horas		314	30.31	±14841																		
<p>OPINIONES E INTERPRETACIONES</p> <p>Las mediciones de material particulado realizadas en Canteras Nieto., indican que incumplen con los parámetros PM₁₀ y PM_{2.5}.</p> <p>Se debe considerar que este punto está cerca del área de perforación por lo cual al realizar su actividad se volatiliza el polvo.</p> <div style="text-align: center;">  </div>																									
<p>IEM-1610-12 FO.PEE.04-02 REEv.03 Dirección: Cdla. Guayaquil cale 1era solar 10 frente al mall del sol; Pbx: 2282007; Cel 09933744871; cpenafiel@elicrom.com Guayaquil - Ecuador</p> <p style="text-align: right;">Pagina 6 de 10</p>																									

**ANEXO # 4. RESULTADO DEL MONITOREO EN LA TRITURACIÓN
MINA AMBATO**

	<p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIONES</p> <p>Panamericana Sur Km. 1^{1/2} Telefax: (03)2008232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p>LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 06-008</p>																																				
<p>INFROME DE ENSAYO No: 996 ST: 328- 14 ANÁLISIS DE GASES</p> <p>Nombre de Peticionario: PANAMERICANA VIAL S.A Atn: Ing. Gustavo Peralta Dirección: Izamba, sector las Viñas</p> <p>FECHA: 24 JUNIO DEL 2014 NUMERO DE MUESTRAS: 1 FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN L LABORATORIO: 2014/06/17- 11:00 FECHA DE MUESTREO: 2014/06/16- 09:15 FECHA DE ANALISIS: 2014/06/17- 2014/06/23 TIPO DE MUESTRA: CALIDAD DEL AIRE CODIGO LABCESTTA: LAB-G 049-14 CODIGO DE LA MUESTRA: CA-1 ANALISIS SOLICITADO: PLANTA HCC 17M 0768965/9862660 PERSONA QUE TOMO LA MUESTRA: PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO, NO₂ CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: 18 °C</p>																																						
<p>RESULTADOS ANALÍTICOS:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PARÁMETROS</th> <th>METODO/NORMA</th> <th>UNIDAD</th> <th>RESULTADO</th> <th>VALOR LÍMITE PERMISIBLE</th> <th>INCERTIDUMBRE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PM₁₀</td> <td>PEE-LAB-CESTTA/112 40CFR</td> <td>ug/m³</td> <td>429,57</td> <td>100</td> <td>± 3%</td> </tr> <tr> <td>PM_{2,5}</td> <td>PEE-LAB-CESTTA/112 40CFR</td> <td>ug/m³</td> <td>347,95</td> <td>50</td> <td>± 3%</td> </tr> <tr> <td>*CO</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/114 NDIR</td> <td>ug/m³</td> <td>1625,14</td> <td>10000</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>*NO₂</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/114 EN 13528-1/2/3:2002</td> <td>ug/m³</td> <td>27,33</td> <td>200</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>*SO₂</td> <td>PEE/LAB-CESTTA/114 EN 13528-1/2/3:2002</td> <td>ug/m³</td> <td>17,16</td> <td>125</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>			PARÁMETROS	METODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE	PM ₁₀	PEE-LAB-CESTTA/112 40CFR	ug/m ³	429,57	100	± 3%	PM _{2,5}	PEE-LAB-CESTTA/112 40CFR	ug/m ³	347,95	50	± 3%	*CO	PEE/LAB-CESTTA/114 NDIR	ug/m ³	1625,14	10000	-	*NO ₂	PEE/LAB-CESTTA/114 EN 13528-1/2/3:2002	ug/m ³	27,33	200	-	*SO ₂	PEE/LAB-CESTTA/114 EN 13528-1/2/3:2002	ug/m ³	17,16	125	-
PARÁMETROS	METODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE																																	
PM ₁₀	PEE-LAB-CESTTA/112 40CFR	ug/m ³	429,57	100	± 3%																																	
PM _{2,5}	PEE-LAB-CESTTA/112 40CFR	ug/m ³	347,95	50	± 3%																																	
*CO	PEE/LAB-CESTTA/114 NDIR	ug/m ³	1625,14	10000	-																																	
*NO ₂	PEE/LAB-CESTTA/114 EN 13528-1/2/3:2002	ug/m ³	27,33	200	-																																	
*SO ₂	PEE/LAB-CESTTA/114 EN 13528-1/2/3:2002	ug/m ³	17,16	125	-																																	
<p>OBSERVACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Límites máximos permisibles: TULAS, libro VI Anexo 4 • Todos los valores expresados en ug/m³ de aire a condiciones de 25 °C y 760 mmHg • Todos los ensayos marcados con un (*) no están en el alcance de acreditación del OAE • N.A. No aplica 																																						
<p>Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con los objetos ensayados MC01-14</p>		<p>Página 2 de 2 Edición 1</p>																																				



SGC

**LABORATORIO DE
ANÁLISIS AMBIENTAL E
INSPECCIONES**

Panamericana Sur Km. 1^{1/2}
Telefax: (03)2008232
ESPOCH
FACULTAD DE CIENCIAS
RIOBAMBA - ECUADOR

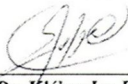


LABORATORIO DE
ENSAYOS
N° OAE LE 2C 06-008



RESPONSABLE DEL INFORME:

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
E INSPECCIONES
LAB - CESTTA
ESPOCH







Dr. Kléber Isa F.
RESPONSABLE TÉCNICO


Ing. Marcela Erazo
JEFE DE LABORATORIO

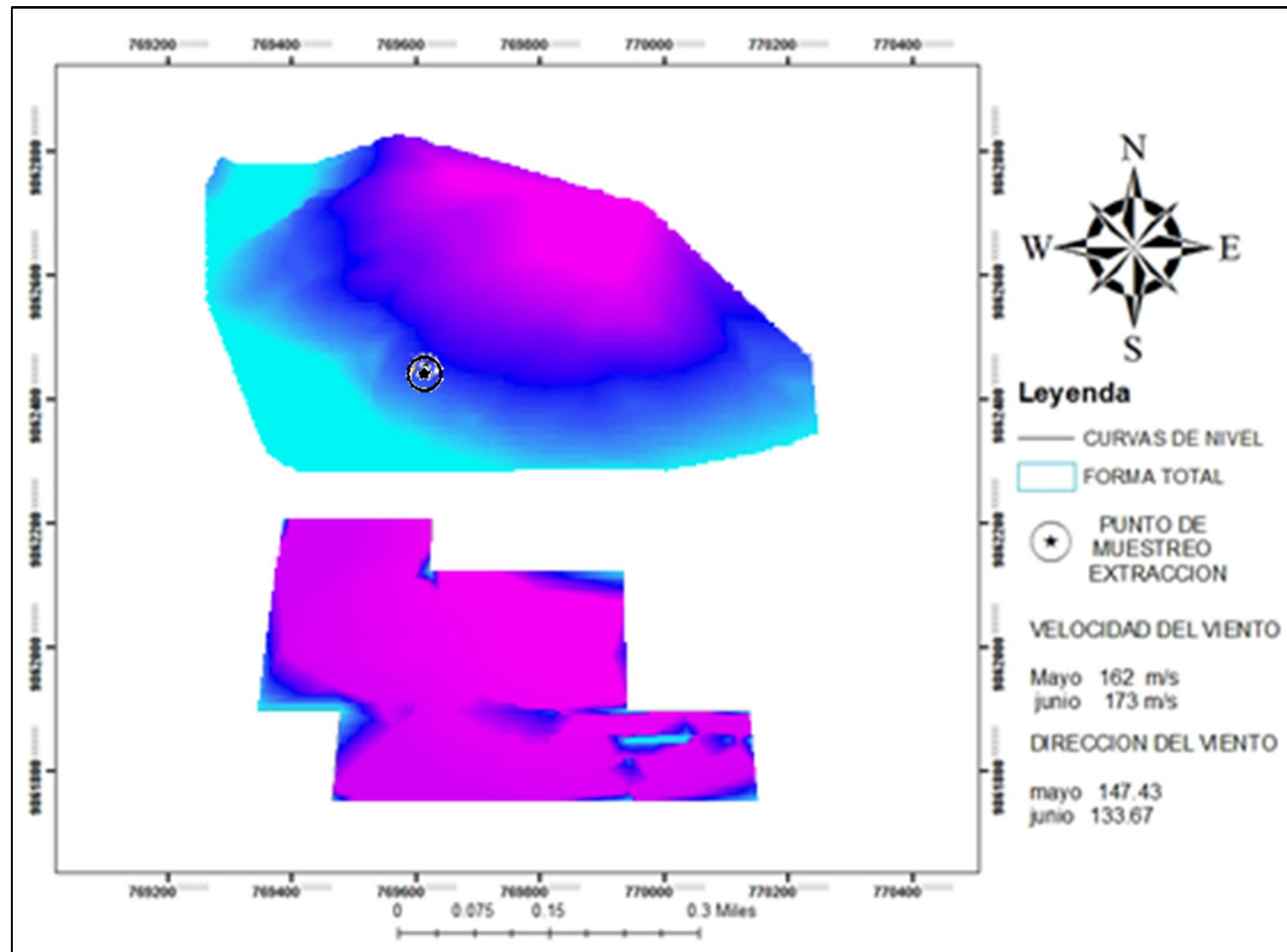
Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 2 de 2
Edición 1

ANEXO # 4. RESULTADO DEL MONITOREO EN LA TRITURACIÓN CANTERAS NIETO

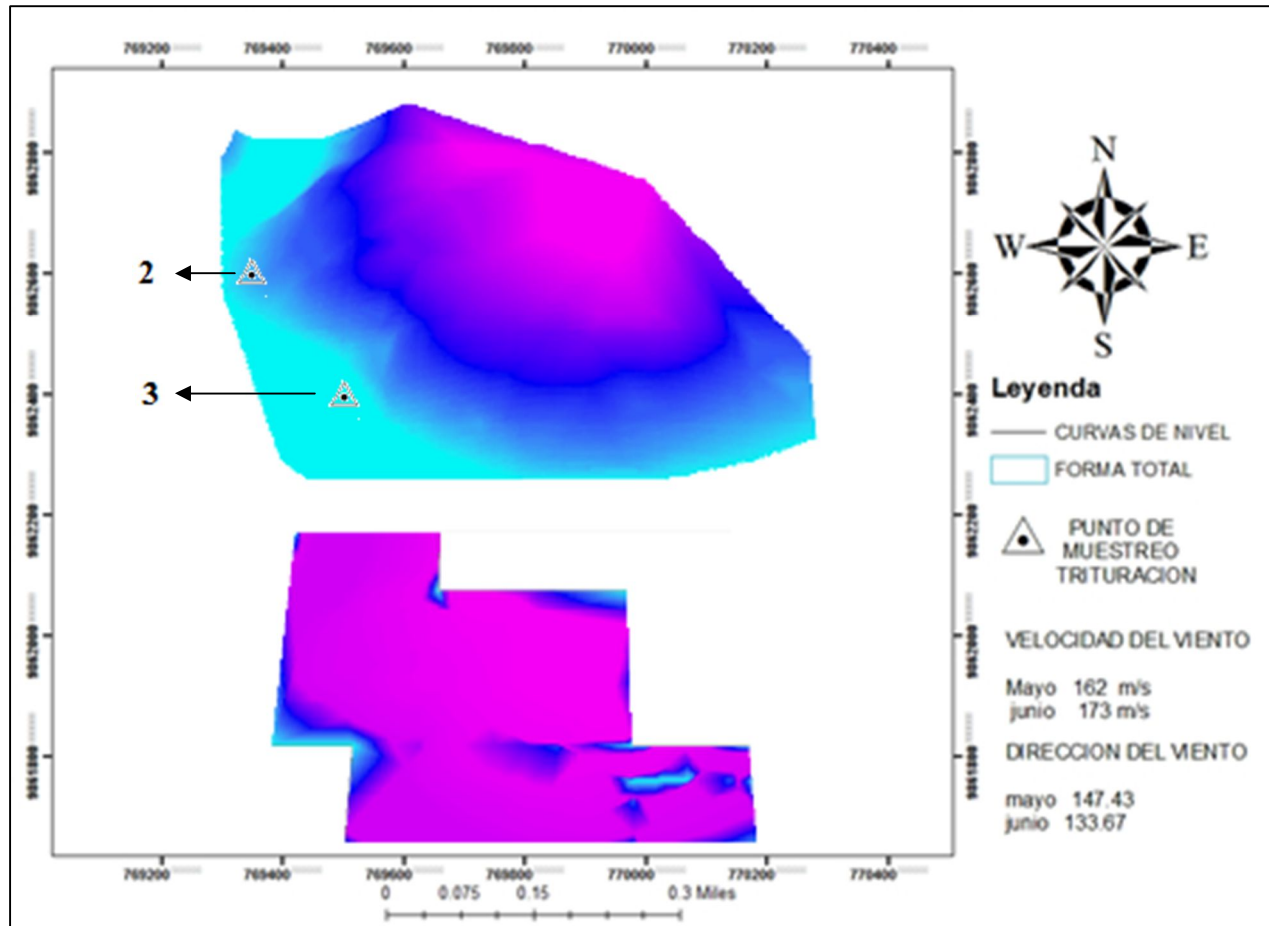
 <p>LABCESTTA Tecnología & Soluciones SGC</p>	<p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p>LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 06-008</p>																		
<p>INFORME DE ENSAYO No: 982 ST: 314-14 ANÁLISIS DE GASES</p> <p>Nombre Peticionario: N.A. Atn. Ing. Marco Medina Dirección: Izamba, sector las Vñas (Paso Lateral)</p> <p>FECHA: 23 de Junio de 2014 NUMERO DE MUESTRAS: 1 FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2014 / 06 / 12- 10:10 FECHA DE MUESTREO: 2014 / 06 / 11- 11:43 FECHA DE ANÁLISIS: 2014 / 06 / 12- 2014 / 06 / 23 TIPO DE MUESTRA: Calidad de Aire CÓDIGO LABCESTTA: LAB-G 2285- 14 CÓDIGO DE LA EMPRESA: CA-1 PUNTO DE MUESTREO: Área Minera Kumochi 17M 0766812 / 9861922 ANÁLISIS SOLICITADO: PM₁₀, PM_{2.5} PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Ing. Mecías Chacha CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T: 20 °C</p>																				
<p>RESULTADOS ANALÍTICOS:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>PARÁMETROS</th> <th>MÉTODO /NORMA</th> <th>UNIDAD</th> <th>RESULTADO</th> <th>VALOR LÍMITE PERMISIBLE</th> <th>INCERTIDUMBRE (k=2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PM₁₀</td> <td>PEE-LAB-CESTTA/112 40 CFR</td> <td>ug/m³</td> <td>427,88</td> <td>100</td> <td>± 3%</td> </tr> <tr> <td>PM_{2,5}</td> <td>PEE-LAB-CESTTA/113 40 CFR</td> <td>ug/m³</td> <td>409,14</td> <td>50</td> <td>± 3%</td> </tr> </tbody> </table>			PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)	PM ₁₀	PEE-LAB-CESTTA/112 40 CFR	ug/m ³	427,88	100	± 3%	PM _{2,5}	PEE-LAB-CESTTA/113 40 CFR	ug/m ³	409,14	50	± 3%
PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)															
PM ₁₀	PEE-LAB-CESTTA/112 40 CFR	ug/m ³	427,88	100	± 3%															
PM _{2,5}	PEE-LAB-CESTTA/113 40 CFR	ug/m ³	409,14	50	± 3%															
<p>OBSERVACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Límites máximos permisibles: TULAS, Libro VI Anexo 4 • Todos los valores expresados en ug/m³ de aire a condiciones de 25° C y 760 mmHg • Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE • Fotografía de muestreo 																				
																				
<p>RESPONSABLES DEL INFORME:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">  Dr. Kléber Isa F. RESPONSABLE TÉCNICO </p> </div> <div style="width: 10%; text-align: center;"> <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB - CESTTA ESPOCH</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">  Ing. Marcela Erizo JEFE DE LABORATORIO </p> </div> </div>																				
<p>Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados</p> <p style="text-align: right;">Página 1 de 1 Edición 2</p> <p>MC01-14</p>																				

ANEXO # 5. PUNTO 1 DE MUESTREO EN LA EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO



Elaborado por: El Autor

ANEXO # 6. PUNTOS 2 y 3 DE MUESTREO EN LA TRITURACIÓN DE MATERIAL PÉTRICO



Elaborado por: El Autor

