



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
INSTITUTO DE POSGRADO

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE: MAGISTER EN
SEGURIDAD INDUSTRIAL, MENCIÓN PREVENCIÓN DE RIESGOS Y
SALUD OCUPACIONAL

TEMA:

SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN LA
CONSTRUCCIÓN DEL HOSPITAL REGIONAL DOCENTE AMBATO

AUTOR:

ELENA DEL ROCÍO ADRIANO VILLA

TUTOR:

ARQ. GEOVANNY PAULA, Mg.

RIOBAMBA-ECUADOR

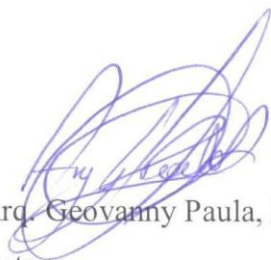
2016

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Grado de Magíster en Seguridad Industrial, mención Prevención De Riesgos y Salud Ocupacional con el tema: “Sistema de extracción de material particulado en la construcción del Hospital Regional Docente Ambato” ha sido elaborado por la Ingeniera Elena del Rocío Adriano Villa, con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor, por lo que certifico que se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.

Riobamba, 13 de octubre de 2016



Arc. Geovanny Paula, Mg.
Tutor

AUTORÍA

Yo Ing. Elena del Rocío Adriano Villa soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados y lineamientos alternativos realizados en la presente investigación y el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Elena del Rocío Adriano Villa
C.C. 0604596494

AGRADECIMIENTO

Al haber concluido los estudios de maestría, considero que es menester hacer palpable mi sentimiento de gratitud a todas las personas que de una u otra forma aportaron para mi formación académica.

Elena del Rocío Adriano Villa

DEDICATORIA

A mis padres que con su trabajo, esfuerzo y dedicación han sabido encaminarme por el buen sendero de la vida, brindándome su apoyo día con día, hasta dar por concluidos mis estudios de cuarto nivel.

Elena del Rocío Adriano Villa

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xviii
RESUMEN.....	xix
ABSTRAC	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	xxi
CAPÍTULO I.....	1
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA	3
1.2.1. Fundamentación Epistemológica.....	3
1.2.2. Fundamentación Axiológica.....	4
1.2.3. Fundamentación Legal.....	5
1.2.3.1. Normativas Legales	5
1.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
1.3.1. Sistema de extracción	6
1.3.2. Sistemas de Control de Emisiones.....	6
1.3.2.1. Emisión.....	7
1.3.2.2. Recolección.....	8
1.3.2.3. Conducción.....	8
1.3.2.4. Evacuación.....	9
1.3.3. Componentes de un sistema de extracción	9
1.3.3.1. Campana extractora	10

1.3.3.2.	Ductos	11
1.3.3.3.	Separador	11
1.3.4.	Tipos de sistemas de extracción de polvos	11
1.3.5.	Calidad del aire	14
1.3.5.1.	Material Particulado.....	15
1.3.6.	Enfermedad profesional.....	16
1.3.6.1.	Toxicología del material particulado	17
1.3.6.1.1.	Rutas de exposición	17
1.3.6.2.	Mecanismos de daño tóxico del material particulado.....	18
1.3.6.3.	Enfermedades Respiratorias	20
1.3.6.3.1.	Rinofaringitis	20
1.3.6.3.2.	Amigdalitis.....	21
CAPÍTULO II		22
2.	METODOLOGÍA	22
2.1.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	22
2.3.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	22
2.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN..... DE DATOS.....	23
2.4.1.	Técnicas cualitativas	23
2.4.2.	Técnicas cuantitativas	23
2.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	24
2.5.1.	Muestra	25
2.6.	PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN... DE RESULTADOS.....	25
2.7.	HIPÓTESIS	26
2.7.1.	Hipótesis general.....	26
2.7.2.	Hipótesis específicas.....	26

2.7.2.1.	Hipótesis específica 1	26
2.7.3.	Hipótesis específica 2	27
CAPÍTULO III.....		29
3.	LINEAMIENTOS ALTERNATIVOS	29
3.1.	TEMA	29
3.2.	PRESENTACIÓN	29
3.2.1.	Razón social y domicilio.....	30
3.2.2.	Política	30
3.2.3.	Rubros en el que se utiliza la herramienta menor -amoladora.....	30
3.2.3.1.	Materiales a utilizar	31
3.3.	OBJETIVOS	32
3.3.1.	Objetivo General.....	32
3.3.2.	Objetivos específicos	32
3.4.	FUNDAMENTACIÓN.....	32
3.5.	CONTENIDO	33
3.5.1.	Fundamentación legal	33
3.5.2.	Diagnóstico inicial del ambiente de trabajo.....	35
3.5.2.1.	Monitoreo de material particulado.....	35
3.5.2.2.	Enfermedades respiratorias generadas.....	37
3.5.2.3.	Matriz de riesgos laborales	38
3.5.2.3.1.	Factores de riesgos.....	38
3.5.2.3.2.	Evaluación de riesgos	40
3.5.2.3.2.1.	Descripción del método de triple criterio	40
3.5.2.4.	Matriz de control operativo.....	48
3.5.2.5.	Diseño y selección del equipo de extracción de material particulado	48
3.5.2.6.	Partes del sistema de extracción de material particulado	49
3.5.2.6.1.	Diseño del sistema de extracción de material particulado.....	49

3.5.2.6.1.1.	Materiales a utilizar para la construcción del sistema de extracción de..... material particulado	50
3.5.2.6.2.	Manual de operación y mantenimiento del equipo de extracción..... de material particulado	51
3.5.2.6.2.1.	Contenido del manual de operación y mantenimiento.....	51
3.6.	OPERATIVIDAD.....	52
3.6.1.	Operatividad de la hipótesis específica 1.....	52
3.6.2.	Operatividad de la hipótesis específica 2.....	52
CAPÍTULO IV.....		54
4.	EXPOSICIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
4.1.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	54
4.1.1.	Resultados del diagnóstico inicial del ambiente de trabajo	54
4.1.1.1.	Monitoreo de material particulado.....	58
4.1.1.1.1.	Descripción del área de monitoreo laboral	59
4.1.1.1.2.	Especificaciones técnicas de uso de amoladoras	62
4.1.1.1.3.	Descripción de la herramienta usada para el corte de material.....	63
4.1.1.1.3.1.	Consideraciones técnicas para el uso de discos de corte	64
4.1.1.1.4.	Descripción del disco usado para el corte del material.....	67
4.1.1.1.5.	Resultados de la evaluación de la calidad del aire laboral.....	67
4.1.1.2.	Enfermedades respiratorias generadas.....	80
4.1.1.3.	Matriz de riesgos laborales	81
4.1.1.4.	Matriz de control operativo.....	84
4.1.2.	Diseño y selección del equipo de extracción de material particulado	86
4.1.2.1.	Cálculo del flujo volumétrico de extracción de aire contaminado	86
4.1.2.2.	Cálculos y partes del sistema de extracción de material particulado.....	88
4.1.2.2.1.	Cámara extractora	88
4.1.2.2.2.	Ducto.....	91
4.1.2.2.2.1.	Cálculo del factor de fricción.....	93

4.1.2.2.3.	Colector de polvo.....	95
4.1.2.3.	Diseño del sistema de extracción de material particulado.....	97
4.1.2.4.	Materiales utilizados y costos necesarios para la construcción del sistema de extracción de material particulado.....	98
4.1.2.5.	Equipo de protección personal a usar	99
4.1.2.5.1.	Análisis del costo y la durabilidad de los equipos de protección personal con y sin sistema de extracción	103
4.1.2.6.	Monitoreo de calidad del aire posterior a la implantación del equipo...	103
4.1.2.6.1.	Monitoreo de material particulado PM_{10}	104
4.1.2.6.2.	Monitoreo de material particulado $PM_{2,5}$	107
4.1.3.	Manual de operación y mantenimiento del equipo de extracción de..... material particulado	110
4.2.	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	115
4.2.1.	Comprobación de la hipótesis específica 1	117
4.2.2.	Comprobación de hipótesis 2.....	121
CAPÍTULO V		128
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	128
5.1.	CONCLUSIONES	128
5.2.	RECOMENDACIONES	130
BIBLIOGRAFÍA		131
ANEXOS.....		135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Características de operación de equipos	14
Tabla 1.2. Número de sujetos investigados.....	24
Tabla 2.3. Cantidad de material particulado PM _{2,5} µm, sin equipo de extracción .	26
Tabla 2.4. Cantidad de material particulado PM 2,5 µm, con equipo de extracción	26
Tabla 2.5. Cantidad de material particulado PM 10 µm, sin equipo de extracción .	27
Tabla 2.6. Cantidad de material particulado PM 10 µm, con equipo de extracción	27
Tabla 2.7. Resumen de los datos obtenidos sin y con la implementación del equipo..... extractor.....	28
Tabla 3.8. Especificaciones del Monitoreo de Calidad de Aire Ambiente	36
Tabla 3.9. Metodología Aplicada.....	36
Tabla 3.10. Características de los equipos e instrumentos de medición	37
Tabla 3.11. Información general	43
Tabla 3.12. Factores de riesgo.....	43
Tabla 3.13. Cualificación del riesgo	46
Tabla 3.14. Estimación del riesgo	47
Tabla 3.15. Gestión preventiva. Fuente: Ministerio de Trabajo	47
Tabla 3.16. Matriz de control operativo para monitoreo	48
Tabla 3.17. Operatividad de la hipótesis específica 1	52
Tabla 3.18. Operatividad de la hipótesis específica 2.....	53
Tabla 4.19. Identificación del punto de monitoreo	60
Tabla 4.20. Tabla de identificación para discos abrasivos.....	65
Tabla 4.21. Resultados de concentración a exposición de Monóxido de Carbono....	68
Tabla 4.22. Resultados de concentración a exposición a Dióxido de Azufre (SO ₂) .	69
Tabla 4.23. Resultados de concentración a exposición de Dióxido de Nitrógeno	70
Tabla 4.24. Resultados de concentración a exposición a Material Particulado 2,5 ...	71
Tabla 4.25. Resultados de concentración a exposición a Material Particulado 10	72
Tabla 4.26. Resultados de concentración a exposición a Compuestos Orgánicos..... Volátiles (COV's).....	73
Tabla 4.27. Resumen de los resultados obtenidos de los monitoreos realizados.....	73
Tabla 4.28. Datos obtenidos del monitoreo de PM _{2,5} para corte de bloque	75
Tabla 4.29. Datos obtenidos del monitoreo de PM ₁₀ para corte de bloque	75
Tabla 4.30. Datos obtenidos del monitoreo de PM _{2,5} para corte de porcelanato.....	76

Tabla 4.31. Datos obtenidos del monitoreo de PM10 para corte de porcelanato.....	77
Tabla 4.32. Datos obtenidos del monitoreo de PM2,5 para corte de adoquín	78
Tabla 33. Datos obtenidos del monitoreo de PM10 para corte de adoquín	79
Tabla 4.34. Pesos obtenidos de las muestras en estudio recolectadas.	86
Tabla 4.35. Velocidad en conductos según contaminantes.....	89
Tabla 4.36. Velocidad de captación de la campana según contaminantes.....	90
Tabla 4.37. Rugosidad absoluta de materiales	94
Tabla 4.38. Materiales usados para construir el equipo y costo de los mismos.....	98
Tabla 4.39. Análisis costo-beneficio de la implementación del sistema de extracción... ..	103
Tabla 4.40. Monitoreo de material particulado PM10 para corte de adoquín.....	105
Tabla 4.41. Monitoreo de material particulado PM10 para corte de bloque.....	106
Tabla 4.42. Monitoreo de material particulado PM10 para corte de porcelanato....	107
Tabla 4.43. Monitoreo de material particulado PM2,5 para corte de adoquín.....	108
Tabla 4.44. Monitoreo de material particulado PM2,5 para corte de bloque.....	108
Tabla 4.45. Monitoreo de material particulado PM2,5 para corte de porcelanato... ..	109
Tabla 4.46. Costo de mantenimiento del equipo.....	114
Tabla 2.3. Cantidad de material particulado PM 2,5 μm , sin equipo de extracción.....	117
Tabla 2.4. Cantidad de material particulado PM 2,5 μm , con equipo de extracción... ..	117
Tabla 4.49. Datos usados para la comprobación de hipótesis-Corte de adoquín PM10.....	122
Tabla 4.50. Datos obtenidos para el cálculo de T student para corte de adoquín..... PM10... ..	123
Tabla 4.51. Datos usados para la comprobación de hipótesis-Corte de bloque..... PM10	124
Tabla 4.52. Datos obtenidos para el cálculo de T student para corte de bloque..... PM10	124
Tabla 4.53. Datos usados para la comprobación de hipótesis-Corte de porcelanato..... PM10	125

Tabla 4.54. Datos obtenidos para el cálculo de T student para corte de porcelanato..... PM10	125
Tabla 2.5. Cantidad de material particulado PM10 μm , sin equipo de extracción .	121
Tabla 2.6. Cantidad de material particulado PM 10 μm , con equipo de extracción	122
Tabla 4.57. Datos usados para la comprobación de hipótesis-Corte de adoquín..... PM2.5	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.58. Datos obtenidos para el cálculo de T student para corte de adoquín..... PM2,5	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.59. Datos usados para la comprobación de hipótesis-Corte de bloque..... PM2.5.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.60. Datos obtenidos para el cálculo de T student corte de bloque PM2,5.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.61. Datos usados para la comprobación de hipótesis-Corte de porcelanato..... PM2.5	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.62. Datos obtenidos para el cálculo de T student para corte de porcelanato..... PM2,5	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.63. Porcentajes de reducción de material particulado-PM10.....	126
Tabla 4.64. Porcentajes de reducción de material aprticulado-pm2,5	126

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1. Esquema de control de material particulado	7
Ilustración 1.2. Instalaciones de recolección de polvos	8
Ilustración 1.3. Evaluación de riesgos higiénicos	8
Ilustración 1. 4. Extracción localizada	10
Ilustración 1.5. Cámara de sedimentación de polvo	11
Ilustración 1.6. Separador centrífugo	12
Ilustración 1.7. Colector húmedo	13
Ilustración 1.8. Filtro de tela	13
Ilustración 1.9. Precipitador electrostático	14
Ilustración 1.10. Fuentes generadoras de material particulado	15
Ilustración 1.11. Esquema de las respuestas infamatoria local y sistémica por el..... material particulado PM10	19
Ilustración 3.12. Matriz de triple criterio	42
Ilustración 3.13. Boceto del sistema de extracción particulado a implementar	50
Ilustración 4.15. Delimitación entre el hospital antiguo y el hospital nuevo	54
Ilustración 4.16. Ejecución de actividades propias del proyecto	55
Ilustración 4.17. Ubicación del Hospital Regional Ambato	55
Ilustración 4.18. Ubicación de puntos de muestreo del Hospital Regional Docente..... Ambato	56
Ilustración 4.19. Área de corte de bloque	56
Ilustración 4.20. Área de corte de adoquín	57
Ilustración 4.21. Área de corte de porcelanato.....	57
Ilustración 4.22. Equipo de protección usado para las actividades de corte	58
Ilustración 4.23.Coordenadas de ubicación: Puesto 1-Corte de bloque.....	60
Ilustración 4.24. Coordenadas de ubicación: Puesto 2-Corte de porcelanato	61
Ilustración 4.25. Coordenadas de ubicación: Puesto 3-Corte de adoquín.....	61
Ilustración 4.26. Manual de uso de amoladoras.....	62
Ilustración 4.27. Amoladora usada para el corte de material.	64
Ilustración 4.288. Velocidades de disco de corte y desbaste	65
Ilustración 4. 29. Velocidades de disco de corte y desbaste	66
Ilustración 4.30. Concentración de monóxido de carbono detectada durante el..... monitoreo	68

Ilustración 4.31. Concentración de dióxido de carbono detectada durante el..... monitoreo	69
Ilustración 4.32. Concentración de dióxido de nitrógeno detectada durante el..... monitoreo	70
Ilustración 4.33. Concentración de material particulado PM 2,5 detectada durante..... el monitoreo	71
Ilustración 4.34. Concentración de material particulado PM 10 detectada durante..... el monitoreo	72
Ilustración 4.35. Concentración de compuestos orgánicos volátiles detectada..... durante el monitoreo	73
Ilustración 4.36. Monitoreo de material particulado para corte de bloque	74
Ilustración 4.37. Cantidad de material particulado PM 2,5 obtenido durante el..... monitoreo para corte de bloque	75
Ilustración 4.38. Cantidad de material particulado PM 10 obtenido durante el..... monitoreo para corte de bloque	76
Ilustración 4.39. Monitoreo de material particulado para corte de porcelanato.....	76
Ilustración 4.40. Cantidad de material particulado PM 2,5 obtenido durante el..... monitoreo para corte de porcelanato.....	77
Ilustración 4.41. Cantidad de material particulado PM 10 obtenido durante el..... monitoreo para corte de porcelanato.....	77
Ilustración 4.42. Monitoreo de material particulado para corte de adoquín.....	78
Ilustración 4.43. Cantidad de material particulado PM 2,5 obtenido durante el..... monitoreo para corte de adoquín	78
Ilustración 4.44. Cantidad de material particulado PM 10 obtenido durante el..... monitoreo para corte de adoquín	79
Ilustración 4.45. Enfermedades respiratorias generadas en el Grupo Militar de..... Trabajo Ambato	80
Ilustración 4.46. Porcentaje de trabajadores que padecen de enfermedades..... respiratorias.....	81
Ilustración 4.47. Matriz de triple criterio para los trabajadores que realizan corte de... adoquín, bloque y porcelanato.....	83
Ilustración 4.48. Matriz de Gestión Preventiva.....	84
Ilustración 4.49. Matriz de Control Operativo	85
Ilustración 4.50. Cámara extractora de polvo.	91

Ilustración 4.51. Ducto transportador de aire contaminado.....	93
Ilustración 4.52. Colector de polvo.....	97
Ilustración 53. Diseño del equipo extractor de material particulado.....	98
Ilustración 4.54. Casco de seguridad (Scharlab, 2012).....	99
Ilustración 4.55. Mascarilla de media cara.....	100
Ilustración 4.56. Filtros respiratorios.....	100
Ilustración 4.57. Gafas de seguridad oscuras.....	100
Ilustración 4.58. Protector facial.....	101
Ilustración 4.59. Guantes de carnaza.....	101
Ilustración 4.60. Protectores de ruido.....	102
Ilustración 4.61. Calzado de seguridad tipo 2.....	102
Ilustración 4.62. Analizador de gases EVM (Enviromental Monitor).....	104
Ilustración 4.63. Cantidad de material particulado PM 10 obtenido durante el..... monitoreo para corte de adoquín.....	105
Ilustración 4.64. Cantidad de material particulado PM 10 obtenido durante el..... monitoreo para corte de bloque.....	106
Ilustración 4.65. Cantidad de material particulado PM 10 obtenido durante el..... monitoreo para corte de porcelanato.....	107
Ilustración 4.66. Cantidad de material particulado PM 2,5 obtenido durante el..... monitoreo para corte de adoquín.....	108
Ilustración 4.67. Cantidad de material particulado PM 2,5 obtenido durante el..... monitoreo para corte de bloque.....	109
Ilustración 4.68. Cantidad de material particulado PM 2,5 obtenido durante el..... monitoreo para corte de porcelanato.....	110
Ilustración 4.69. Cámara extractora.....	111
Ilustración 4.70. Ducto transportador de aire contaminado.....	112
Ilustración 4.71. Colector de polvo.....	112
Ilustración 4.72. Comprobación de hipótesis para corte de adoquín - PM10.....	123
Ilustración 4.73. Comprobación de hipótesis para corte de bloque- PM10.....	124
Ilustración 4.74. Comprobación de hipótesis para corte de porcelanato - PM10	125
Ilustración 4.75. Comprobación de hipótesis para corte de adoquín – PM2,5...; ¡Error! Marcador no definido.	
Ilustración 4.76. Comprobación de hipótesis para corte de bloque – PM2,5....; ¡Error! Marcador no definido.	

Ilustración 4.77. Comprobación de hipótesis para corte de porcelanato – PM2,5	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 4.78. Porcentaje de reducción de material particulado PM 10.....	126
Ilustración 4.79. Porcentaje de reducción de material particulado PM 2,5.....	127
Ilustración 3.80. Corte de bloque	141
Ilustración 3.81. Corte de porcelanato	141
Ilustración 3.82. Corte de adoquín	141
Ilustración 3.83. Monitoreo de calidad del aire.....	142
Ilustración 3.84. Corte de adoquín	143
Ilustración 3.85. Corte de bloque	143
Ilustración 3.86. Material particulado captado por el equipo extractor	144
Ilustración 3.87. Monitoreo de material particulado	144

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de flujo volumétrico.....	86
Ecuación 4.2. Cálculo del peso teórico promedio.....	87
Ecuación 4.3. Cálculo de flujo volumétrico a extraer.....	88
Ecuación 4. Cálculo del caudal de aire contaminante.....	89
Ecuación 4.5. Cálculo del área del conducto	91
Ecuación 4.6. Cálculo del diámetro de la tubería.....	92
Ecuación 4.7. Cálculo de la pérdida de carga por fricción.....	93
Ecuación 4.8. Cálculo del factor de Darcy para régimen turbulento y..... rugosidad absoluta.....	94
Ecuación 4.9. Cálculo del área de entrada al colector.....	95
Ecuación 4.10. Cálculo del caudal de entrada al colector.....	95
Ecuación 4.11. Cálculo del área lateral del colector	96
Ecuación 4.12. Cálculo de la velocidad de filtración.....	96
Ecuación 4.13. Cálculo de la media aritmética	115
Ecuación 4.14. Cálculo de la desviación estándar	116
Ecuación 4.15. Cálculo de la desviación típica.....	116
Ecuación 4.16. Cálculo de la t de student	116
Ecuación 4.17. Cálculo de los grados de libertad	117

RESUMEN

Esta investigación surge por la necesidad de reducir el ausentismo laboral, causado por las enfermedades respiratorias que presentan los trabajadores del Cuerpo de Ingenieros del Ejército – Grupo Ambato, que construyen el Hospital Regional Docente Ambato. Por ello la finalidad es implementar un sistema que extraiga el material particulado que se genera al momento de ejecutar tareas de corte de materiales, tales como: bloque, adoquín y porcelanato con el uso de amoladoras; reduciendo riesgos laborales tanto para los operadores de esta herramienta eléctrica como también para los técnicos (supervisores, residentes, superintendentes, jefes de grupo y personal de fiscalización) que intervienen en la supervisión de las tareas.

Al momento del corte de materiales como bloque, adoquín y/o porcelanato se genera material particulado de tamaño 2,5 y 10 micras principalmente, el cual es considerado como uno de los principales problemas de contaminación al ambiente y por ende de afección al ser humano, la peligrosidad al ser humano radica en el hecho de que las partículas finas son inhaladas y atraviesan directamente el tracto respiratorio, alojándose en los alveolos, bronquios y bronquiolos pulmonares, causando enfermedades respiratorias e incluso la muerte producto del cáncer de pulmón. (Díaz V y Páez C, 2006)

Para determinar el nivel de contaminación en el ambiente laboral se realizaron monitoreos de calidad del aire, cuyos parámetros a monitorear fueron: material particulado PM 2,5 y PM10, compuestos orgánicos volátiles (COV`s), gases monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO2) y óxidos de Nitrógeno (NO2), durante las actividades de corte de materiales de bloque, porcelanato y adoquín; los resultados de estos análisis arrojaron que existen niveles altos de material particulado. Adicionalmente se elaboró una matriz de identificación de los riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores del Grupo Militar Ambato; finalmente con estos datos se diseñó, construyó e implementó un equipo que extraiga de material particulado; comprobando así el porcentaje de reducción del contaminante al momento de implementar el sistema de extracción planteado en la presente investigación.

ABSTRACT

This research work arises from the need to reduce absenteeism, caused for respiratory diseases that present the workers of the “Army Corps of Engineers Group Ambato”. Workers are building “Hospital Regional Docente Ambato”.

Therefore the aim is to implement a system to remove particulate substance generated when executing tasks of cutting materials, for example: block, pavers and porcelain with the use of grinders, reducing occupational hazard for operators of this power tool as well as for the technical (supervisors, residents, superintendents, leaders and staff supervision) that involved in monitoring tasks.

At the time of cutting material like a block, pavers or porcelain generate particular material of size 2, 5 or 10 microns. This is considered one of the main problems of environment pollution. So most people are affected, the danger to humans lies in the fact that fine particles are exhaled and travel directly through the respiratory tract, staying in the alveoli, bronchi and bronchioles lung, causing respiratory diseases. For example: Lung cancer (death9. (Diaz V y Paez C, 2016).

To determine the level of contamination in the workplace. Some people proceeded to monitor air quality, monitor parameters were: PM2, 5 and PM10 of particular substance, volatile organic compounds (COV's), gases carbon monoxide (CO), sulfur dioxide (SO2) and nitrogen oxides (NO2), during activities cutting materials like a block, pavers and porcelain. The results of these analyzes showed that high levels of particular substance. Also was elaborated a matrix identifying the risks that worker will have of the Ambato Military Group. Finally with these data it was designed, built and implemented a computer that remove particulate substance; and checking the percentage reduction of chemical when implementing the proposed extraction system in this research work

Reviewed by:



Dra. Marcela Suarez

LANGUAGE CENTER TEACHER



INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere al diseño e implementación de un sistema de extracción de material particulado para la construcción del Hospital Regional Docente Ambato, el cual consiste en la reducción de este material contaminante del ambiente laboral, el cual se genera durante las actividades de corte de materiales como bloque, adoquín y porcelanato, mediante el uso de una amoladora.

La investigación de esta problemática se fundamenta en el interés del Cuerpo de Ingenieros del Ejército – Grupo Militar de Trabajo Ambato, en conocer cuáles son las causas para que los trabajadores desarrollen enfermedades respiratorias frecuentes, ya que este problema desencadena en ausentismos laborales.

El objetivo principal de este proyecto es analizar cuáles son las causas que originan esta problemática, determinar la cantidad contaminante presente en el ambiente laboral, e identificar una alternativa de solución; para lo cual se elaboró una matriz de identificación de riesgos y el monitoreo de calidad del aire, midiendo niveles de concentración de material particulado, compuestos orgánicos volátiles, gases monóxido de carbono, dióxido de azufre y óxidos de Nitrógeno.

Para determinar la mejor alternativa de solución, se desarrolló el presente documento, el cual se encuentra distribuido de la siguiente manera:

En el primer capítulo se desarrollan los aspectos y leyes que fundamentan esta investigación. Adicionalmente se describen los temas relacionados con el sistema de extracción de material particulado, los elementos que lo constituyen, la principal función de cada uno de estos y los parámetros necesarios para determinar la calidad del aire que se encuentra en el ambiente laboral; así como también las principales enfermedades generadas a causa de la inhalación de este material.

El segundo capítulo se centra en la descripción de la metodología los instrumentos y técnicas a seguir para desarrollar el presente tema de investigación; de igual manera se determina cuál será la población objeto de estudio; y las hipótesis planteadas, las cuales que serán sujeto de comprobación una vez implementado el proyecto.

En el tercer capítulo se realiza un diagnóstico inicial de ambiente laboral, el cual consiste en el monitoreo de los parámetros necesarios para establecer la calidad del

aire y la evaluación de los riesgos mediante la ejecución de una matriz. Adicionalmente se describen cuáles serán los principales temas a abordar para presentar una alternativa de solución adecuada al problema investigado.

En el cuarto capítulo se exponen y se analizan los resultados de los temas abordados en el capítulo tres, tales como: diagnóstico inicial del ambiente de trabajo, monitoreo de calidad del aire con y sin equipo de extracción y alternativas para reducir los riesgos identificados en la matriz de evaluación. Por último se presenta el diseño y el manual de operación y mantenimiento del sistema de extracción de material particulado, identificado como la mejor alternativa para reducir las emisiones de polvo en el ambiente producto del uso de la amoladora.

Finalmente en el quinto capítulo se indican las conclusiones y recomendaciones planteadas una vez que se implementó la alternativa de solución al problema identificado en esta investigación.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

El Ecuador es un país que poco a poco ha ido creciendo tanto poblacionalmente como industrialmente, según los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, entre 1990 y 2001 el país tuvo un crecimiento de 2,6 millones de habitantes, pasando de 9,6 a 12,2 millones, para el 2010 el Ecuador volvió a crecer en 2,3 millones por lo que se tuvo una población de 14,5 millones de habitantes, por lo que se espera que para el 2020 el incremento haya llegado hasta 17,5 millones de habitantes (Wikipedia, 2016); reflejándose así también en su crecimiento industrial, según la Ministra de Industrias y Productividad Verónica Sion, desde 1997 al 2016 el sector industrial ecuatoriano logró una tasa de crecimiento del 7% (MIP, 2016), puesto que el Gobierno actual plantea la necesidad de implementar empresas e industrias que generen y construyan materiales, productos, bienes inmuebles, entre otros; mismos que son necesarios para el desarrollo del país para de esta manera convertirse de preferencia en exportadores más que importadores, motivo por el cual existen más empresas que apuestan y se interesan por abrirse mercado en nuestro territorio, tal es así que actualmente la composición sectorial de la economía ecuatoriana es de manufactura 11,8%, petróleo y minas 10,5%, comercio 10,4%, construcción 10,10%, actividades agropecuarias 7,20% , transporte el 6,6%, correo y comunicaciones el 3,5%, mientras que el 39,9% está distribuida en enseñanza, salud, administración pública y otros sectores (Equipo editorial Ekos, 2015)

La implementación de estas empresas es importante para el desarrollo económico del país, ya que cada vez se va reduciendo más la necesidad de traer mano de obra y productos de otros países para la generación de bienes y servicios, sin embargo hay que mencionar que de la misma manera en que se soluciona ciertas deficiencias existentes, también se están ocasionando un sin número de problemas que actualmente ya se evidencian, tal es el caso de las empresas constructoras, las cuales

a más de generar de empleo para las comunidad, también es considerada como una de las más riesgosas a nivel mundial, esto por las actividades intrínsecas que realiza; así por ejemplo en la ejecución de mamposterías, instalación de cerámicas y adoquines que requieren de cortes previos a su instalaciones, mismos que generan material particulado propias de estas; polvo fino que se disipa en el ambiente y posteriormente ingresa al sistema respiratorio de los seres vivos.

En virtud de lo expuesto existen investigaciones realizadas en el país, acerca de la emisión de partículas finas sobre esta temática, en la que se pretende reducir la generación es este material, entre estas se encuentran aquellas investigaciones de distintas universidades, sobre temáticas aproximadas al tema de investigación.

Diseño de un sistema de extracción localizada de gases y polvos de procesos de reconstrucción mecánica de turbinas hidráulicas y su manejo para el control de impacto ambiental (Hidroagoyán)”, realizada por estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Chimbo Lorena y Ortiz Leandro, 2013), misma que pretende diseñar dos sistemas de extracción localizada.

- Extracción y filtración de humos y gases producto del proceso de soldadura
- Extracción de polvos metálicos, virutas y demás material particulado que resultan del desbaste y pulido de turbinas hidráulicas, álabes y otros elementos mecánicos.

Diseño de un sistema de extracción de polvo para la empresa INSOMET (división TELARTEC, productora de telas de poli-algodón); perteneciente al Grupo Empresarial Gerardo Ortiz Cía. Ltda., elaborada por estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana-Sede Cuenca, (Nivelo Juan y Ugalde Juan, 2011), cuyo propósito es determinar la cantidad de polvo que se genera y distribuye en la empresa, para posteriormente diseñar un sistema de extracción mediante filtros de manga o telas, con lo cual pretenden reducir enfermedades profesionales en la empresa.

Diseño de un sistema de extracción de humos y polvos secundarios para el proceso de producción de acero mediante horno de arco eléctrico, esta investigación fue desarrollada para el complejo siderúrgico ANDEC S.A., por un estudiante de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (Chiquito, 2006), misma que tiene la finalidad de diseñar un sistema de ventilación de campanas que atrape los

contaminantes y los conduzca hacia otro lugar donde no constituyan un problema, aportando así al desarrollo de la empresa y del país.

Es importante mencionar también que existen empresas asentadas en el país, que por las actividades productivas que realizan también presentan este tipo de problemáticas, por lo que para cumplir con la normativa ambiental vigente en el país se han visto en la necesidad de contratar profesionales que investiguen e implementen sistemas que reduzcan la generación de polvo, entre estas se puede mencionar a: Novopan del Ecuador S.A., Cóndor Industria Química Borja & Leib, Ómnibus BB Transportes S.A., Edesa S.A., entre otros.

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército - Grupo Militar de trabajo Ambato, durante la construcción del Hospital Regional Docente Ambato, ejecuta una serie de actividades que generan material particulado en el ambiente laboral, manifestándose así en un serio problema para la salud de los trabajadores, ya que las enfermedades respiratorias con las que lideran la lista de las causas de ausentismo laboral en el Grupo Militar; por lo tanto el presente tema de investigación está encaminado a solucionar dicha problemática, contribuyendo así a mejorar el ambiente de trabajo del grupo durante la construcción del proyecto.

1.2. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

1.2.1. Fundamentación Epistemológica

La Epistemología le permite al presente proyecto validar los datos obtenidos de las diferentes investigaciones y avances de la ciencia, acerca de los diferentes problemas generados en las personas a partir de la ejecución de sus actividades cotidianas.

El avance tecnológico, falta de conciencia en temas de seguridad de los trabajadores y relaciones entre los grupos humanos, van ocasionando diversas alteraciones a la salud, e incluso la muerte. La forma en que el hombre ejecuta su trabajo, el tipo de actividad, las máquinas, instrumentos y herramientas que usan, la duración de la

jornada de trabajo, los ritmos impuestos, las sustancias que utilizan, interactuando estos con el organismo, para ocasionar una serie de alteraciones a la salud (Betancourt, 1999).

Para hablar de la salud de los trabajadores necesariamente se debe integrar todos los aspectos de estos, es decir aquellos aspectos laborales así como también todos los que se encuentran fuera del ambiente de trabajo. La forma de alimentarse, descansar, trasladarse al lugar de trabajo, de hacer actividades en su tiempo libre, de relacionarse con la sociedad y la familia, y las características de su ambiente de trabajo son importantes para definir los perfiles de morbimortalidad de la población laboral. (Betancourt, O. 1.999). Para el caso de la investigación que se aborda en este documento se puede decir que la ausencia de un equipo que extraiga el material particulado al momento de las labores de corte de porcelanato, bloque y adoquín, hace que su sistema respiratorio se dañe y por ende generen enfermedades de tipo respiratorio.

1.2.2. Fundamentación Axiológica

Desde el punto de vista axiológico el presente proyecto de investigación permite la fundamentación de los juicios valorativos, en donde al trabajador le permite desarrollarse en su ambiente laboral. En este sentido, es necesario tomar en cuenta que para que el trabajador pueda desenvolverse normalmente en su ambiente laboral es necesario proporcionarle de todos los conocimientos que le permitan ejecutar sus actividades cotidianas, lo cual conllevará a que este mantenga una buena relación consigo mismo, su familia y la empresa. Como se conoce cuando ocurre un accidente, se genera un desajuste" en todo el sistema laboral ya que, desde el punto de vista del trabajador, su lesión no le permitirá actuar de manera segura, afectando directamente a su familia y el empleador deberá usar egresos económicos extras para remediar la ausencia del trabajador afectado (Betancourt, 1999).

El desarrollo industrial es importante, pero así mismo con el se incrementaron los accidentes laborales, obligando a los empresarios a aumentar las medidas de seguridad. A más de ello también es fundamental la toma de conciencia del empleador y trabajador; mediante una capacitación permanente y una inversión constante en temas de seguridad y uso de equipos que reduzcan los riesgos generados

producto de las actividades de corte de porcelanato, bloque y adoquín, solo cumpliendo con todos estos parámetros se podrá lograr una verdadera seguridad industrial en los trabajadores y con ello reducir la generación de enfermedades de tipo respiratorio.

1.2.3. Fundamentación Legal

1.2.3.1. Normativas Legales

La Decisión 584 del Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores que contiene el "Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo" y su Reglamento expedido mediante Resolución 957, en donde establecen los lineamientos generales para los países que integran la Comunidad Andina; la política de prevención de riesgos del trabajo; seguridad y salud en centros de trabajo; obligaciones de los empleadores y de los trabajadores y sanciones por incumplimientos.

El artículo 155 de la Ley de Seguridad Social, señala todos los lineamientos necesarios para que el Seguro General de Riesgos del Trabajo pueda fiscalizar que las empresas cumplan con los programas de mitigación ante riesgos, así como también la reinserción laboral de los trabajadores en sus puestos de trabajo.

El Código de Trabajo, en su artículo 410, prevé que: Los empleadores deben asegurar a sus trabajadores un ambiente de trabajo sano y seguro, así mismo los trabajadores deben acatar todas las medidas de seguridad impuestas por el empleador; la omisión de estas medidas puede ser motivo para la terminación del contrato laboral.

El Decreto Ejecutivo No 2393 del 17 de noviembre 1986, "Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo", indica: que es deber del estado precautelar que los trabajadores realicen sus actividades laborales en un ambiente seguro, así como también debe velar porque se establezcan todos los mecanismos necesarios para reducir los riesgos laborales.

Las normativas NIOSH/OSHA Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, from National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), señalan los límites permisibles de concentración de contaminantes presentes en el ambiente laboral, a los cuales un trabajador puede estar expuesto durante su jornada; todos estos lineamientos permitieron la elaboración del presente documento, cuyo objetivo principal es reducir la exposición de los trabajadores a riesgos químicos, y por ende asegurar un adecuado ambiente de trabajo durante las actividades de corte de materiales usando amoladoras.

1.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.3.1. Sistema de extracción

Según (Ubilla, 2012) el objetivo principal de un sistema de extracción es captar los materiales contaminantes generados por las distintas actividades de la industria, y de esta manera no se dispersen en el ambiente, evitando así la contaminación y los daños a la salud de las personas, las cuales pueden desencadenar en daños a los bienes materiales e incluso en la muerte; a fin de evitar esta problemática mundial, Ubilla indica que actualmente se han desarrollado un sinnúmero de sistemas que nos ayudan a controlar las emisiones , mismas que van desde aparatos convencionales caseros hasta modernos sistemas completos elaborados con la más alta tecnología, los cuales son utilizados a nivel industrial.

1.3.2. Sistemas de Control de Emisiones

Existen varias alternativas para controlar las emisiones de contaminantes al ambiente, mismas que poco a poco se han ido imponiendo a nivel mundial, debido a que cada día existe más interés en las personas acerca del cuidado ambiental, ya que estos afectan directamente a su salud.

Para las industrias el mejorar la calidad del aire del medio en el que se desarrollan es muy importante, ya que estos están directamente relacionados con la salud de sus trabajadores, es por ello que actualmente existen una gama diversa de sistemas de filtración y ventilación para purificar el aire.

Los métodos más usados hasta la actualidad para este fin son aquellos que se desarrollan mediante la filtración, ya que al momento de operarlos los elementos a usar siempre van a ser los mismos, sólo hay que cambiar el tipo de filtro utilizado y la forma de filtrar.

Al momento de tratar con material particulado, el filtro de mangas es el más utilizado, debido a que es el más tradicional por la alta gama de filtros que existe en el mercado y también por la capacidad de eficiencia de retener el material particulado. Además es importante conocer que es más fácil tratar con contaminantes como el material particulado que con gases, ya que para el material particulado únicamente se tiene que tomar en cuenta el tamaño de estos, mientras que para los gases para abatirlos depende del tipo de gas a tratar, tales como: SO_x, NO_x, COV, NH₃, H₂S, etc.

Para controlar el problema de las emisiones de contaminantes al ambiente, hay que considerar dos aspectos muy importantes: El primero es el hecho de extraer el contaminante de un lugar específico y el segundo es cómo separar el contaminante del flujo de aire en el que se encuentra, para posteriormente enviar el aire hacia el ambiente libre de impurezas y dentro de los parámetros permitidos dictados por la legislación, tomando cuenta que al aplicar cualquier sistema de extracción de contaminantes no se va a poder tener un 100% de eficiencia, por lo tanto siempre se va a generar una cierta cantidad de carga contaminante. (Ubilla, 2012)

A continuación se indica el esquema de control de material particulado:

Ilustración 1.1. Esquema de control de material particulado



Fuente: (Ubilla, 2012)

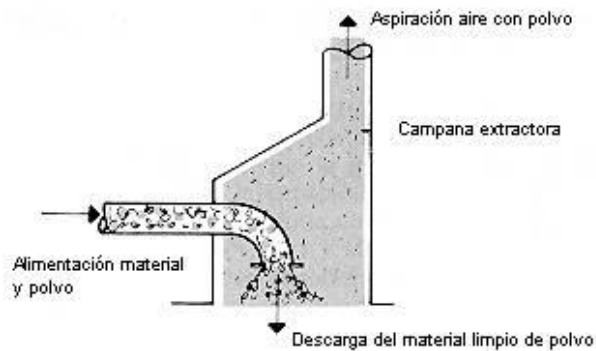
1.3.2.1. Emisión

El proceso de emisión se encuentra inmerso en el proceso industrial de todas aquellas empresas que contemplan dentro de su proceso productivo carga, descarga de materiales granulados o en polvo, moliendas, procesos de soldadura, entre otros. Esta emisión se va a dar mediante una fuente, la cual puede ser una chimenea, una máquina o una herramienta.

El control en la fuente es muy importante ya que de este va a depender que el sistema de extracción funcione, ya que el objetivo principal de este sistema es extraer los contaminantes desde la fuente y con ello impedir que estos se dispersen hacia medio ambiente y/o ambiente de trabajo.

1.3.2.2. Recolección

Ilustración 1.2. Instalaciones de recolección de polvos

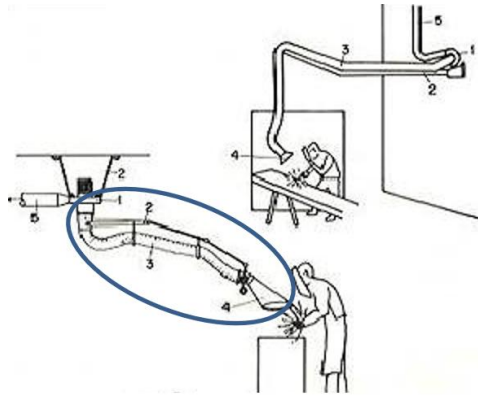


Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2013)

La recolección es el proceso mediante el cual se encierra el material contaminante de manera controlada hacia un lugar específico, mismo que puede ser una cápsula o campana. Para el diseño de esta es muy importante considerar el material y la forma, ya que va a ser una en particular de acuerdo al tipo de proceso productivo que se esté tratando, y a las condiciones ambientales en las que se encuentre, tales como: temperatura, humedad ambiente, corrosividad, abrasividad, etc. Existen diversos tipos de encapsuladores, entre estos tenemos: fijos, móviles, flexibles o rígidos.

1.3.2.3. Conducción.

Ilustración 1.3. Evaluación de riesgos higiénicos



Fuente: (Evaluación de riesgos higienicos, 2003)

En este proceso se transporta el material contaminante desde la fuente de emisión hasta el sistema de filtración. Existen dos tipos de conducción, los cuales dependen del tipo de contaminante y de la persona encargada de su diseño:

ALTA VELOCIDAD: Este es el sistema más usado, cuya velocidad de transporte del contaminante varía entre los 14 m/s a los 27 m/s, dependiendo del tipo de material a transportar y de algunos aspectos como granulometría, abrasividad, peso específico, contenido de humedad, propiedades higroscópicas, contenido de ácidos, existencia de material particulado o gases, etc. (Ubilla, 2012)

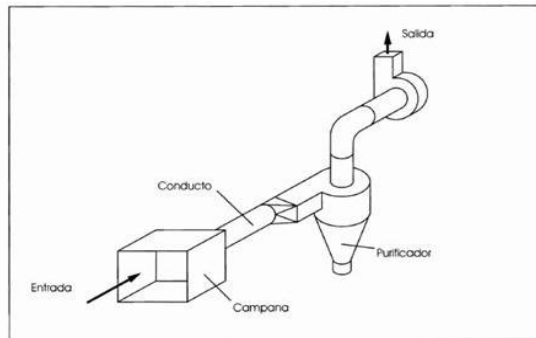
BAJA VELOCIDAD: Las velocidades de transporte que utiliza este sistema varían entre los 9 m/s a los 12 m/s. La desventaja de este sistema es que para su diseño se debe considerar grandes alturas, por lo cual este se usa más en industrias cementeras. (Ubilla, 2012)

1.3.2.4. Evacuación

Este proceso tiene la finalidad de evacuar por un lado el material contaminante hacia su sitio de disposición final y por otro lado el de evacuar el aire limpio hacia el medio ambiente, para que este procedimiento se lleve a cabo con eficiencia es necesario que todos los procedimientos mencionados anteriormente se realicen de la manera más óptima posible, ya que se encuentra directamente ligado a estos. (Ubilla, 2012)

1.3.3. Componentes de un sistema de extracción

Ilustración 1. 4. Extracción localizada



Fuente: (Grupo de ventilación industrial, 2010)

(Camacho, 2004), realiza un análisis de los factores que influyen directa o indirectamente para que un sistema de extracción funcione a la perfección, para ello identifica parámetros como: velocidad y el tipo de partícula, herramienta o equipo a utilizar, material a cortar y el medio ambiente laboral en el cual se va a ejecutar la tarea, a partir del análisis y la conjugación de estos parámetros, Camacho señala que los principales componentes que conforman un sistema de extracción para material particulado son.

1.3.3.1. Campana extractora

Como se mencionó anteriormente la principal función de una campana extractora es captar el material particulado, evitando así que este se disperse en el ambiente; para ello considera ciertos principios básicos:

- Debe estar diseñado para captar la mayor parte de material contaminante, para ello es necesario que se considere en el diseño que debe estar lo más cerrado posible, para evitar que el material se disperse.
- La velocidad con la que ingresa el material contaminante hacia la campana debe ser la adecuada (18 a 20m/s), evitando así que se decante el material previo a su ingreso a la campana.

- La campana debe estar ubicada respecto al foco de emisión del contaminante, de tal manera que se evite el contacto del operario con este material. (Camacho, 2004)

1.3.3.2. Ductos

Se encargan de transportar el material contaminante desde el punto de emisión hacia la campana extractora.

1.3.3.3. Separador

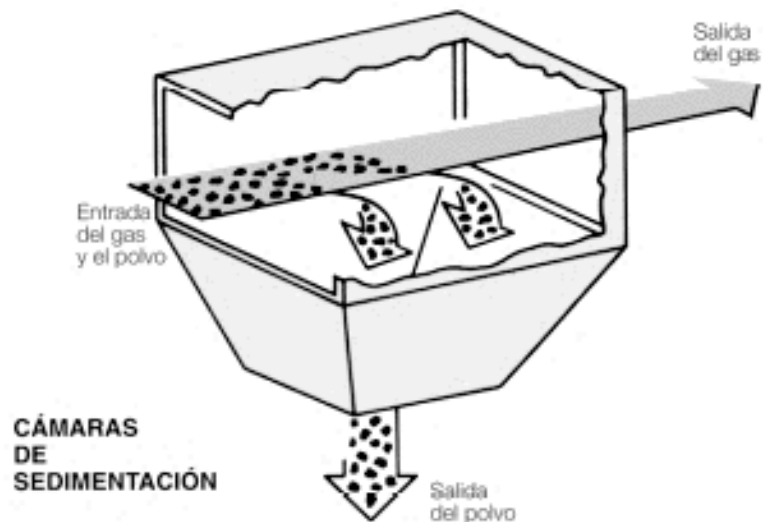
Mediante este se separa el material contaminante del aire, liberando al ambiente aire limpio libre de impurezas.

1.3.4. Tipos de sistemas de extracción de polvos

(Woodard, 1998), manifiesta que, existe un sinnúmero de procesos mediante los cuales se extraen los contaminantes, para liberar aire puro al ambiente, estos son:

a. Cámaras de sedimentación.- Este proceso consiste en la recolección de las partículas, tomando en cuenta un factor importante que es la gravedad, en este las partículas caen directamente hacia la cámara de sedimentación que se encuentra ubicada en la parte baja de la fuente de emisión de estos.

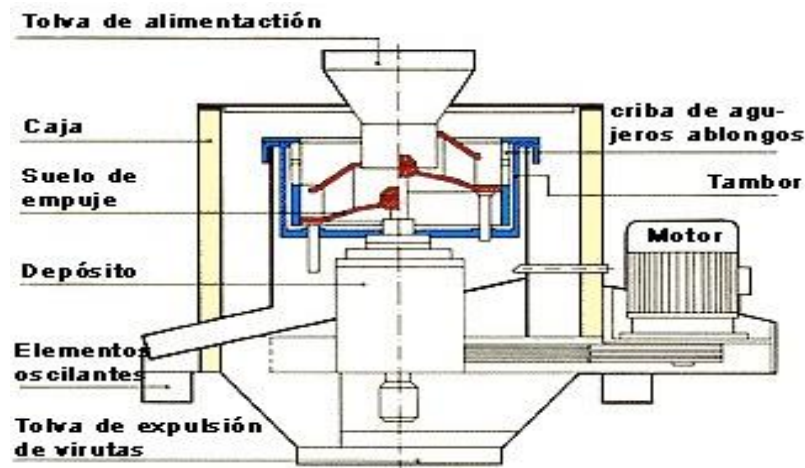
Ilustración 1.5. Cámara de sedimentación de polvo



Fuente: (Silva, 2012)

b. Separadores centrífugos.- Este proceso usa la fuerza centrífuga para hacer que el polvo se adhiera en las paredes de la campana para que estas caigan a la tolva receptora, se puede mejorar su eficiencia (95%) añadiéndole agua al proceso.

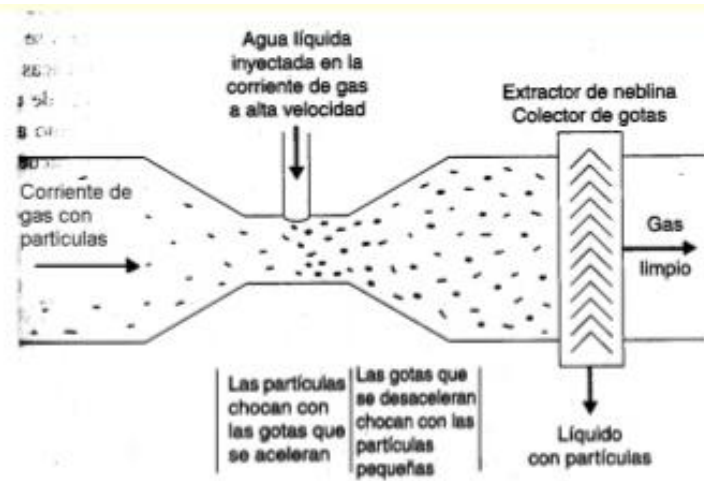
Ilustración 1.6. Separador centrífugo



Fuente: (Bohorquez, 2011)

c. Colectores húmedos.- Consiste en transportar el material contaminante hacia una campana o medio receptor húmedo, mismo que contiene gotas de agua que se mezclan con el polvo, posterior a ello se debe separar el agua del material contaminante para su disposición final.

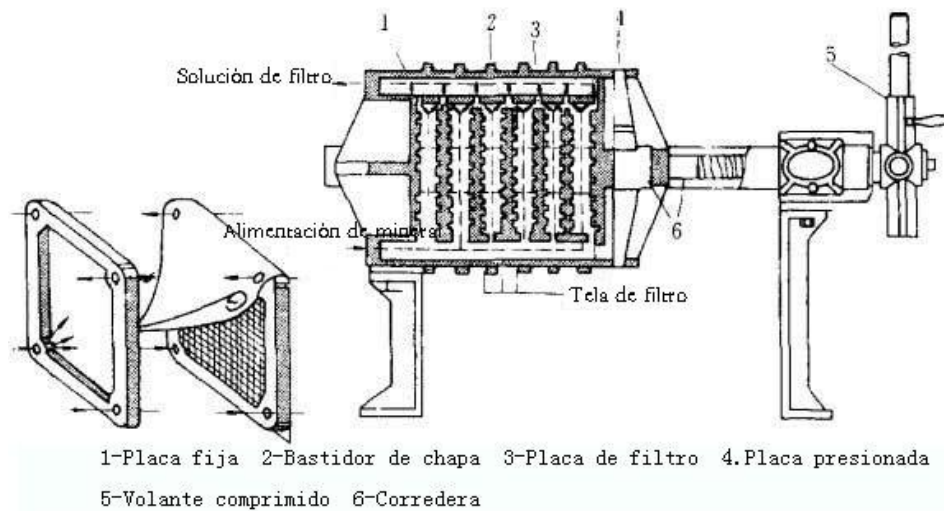
Ilustración 1.7. Colector húmedo



Fuente: (Medina, 2011)

d. Filtros de tela.- Consiste en pasar el aire contaminado por un medio filtrante, que por lo general es tela, tienen una eficiencia del 99%, estos pueden manejar flujos de polvo que se encuentren a una temperatura máxima de 200°C, ya que si pasa de esta el material filtrante tiende a taparse, manejan grandes volúmenes a una potencia media.

Ilustración 1.8. Filtro de tela

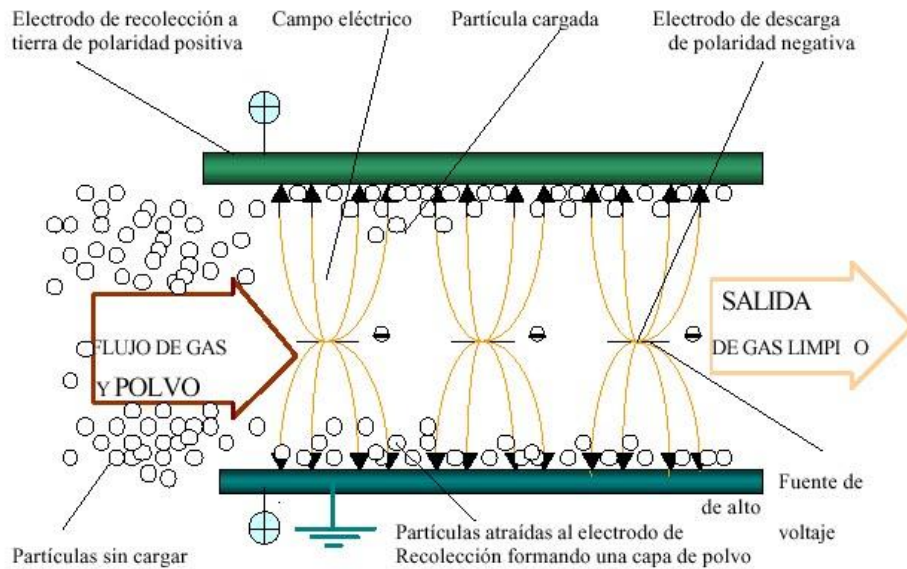


Fuente: (Xinhai, 2014)

e. Precipitadores electrostáticos.- Su principio es hacer pasar el material contaminante por unas placas que contienen carga contraria a la de ionización para

que se adhieran a estas y posteriormente son desalojadas en una tolva interior, trabajan a presiones bajas y manejan grandes volúmenes.

Ilustración 1.9. Precipitador electrostático



Fuente: (Velásquez, 2010)

Para elegir el mejor proceso a usarse para extraer el material particulado se debe tomar en cuenta el tamaño de las partículas a atrapar.

Tabla 1.1. Características de operación de equipos

EQUIPO	RANGO DE PARTÍCULAS QUE ATRAPA EN MICRAS
Precipitadores electrostáticos	0.01 a 90
Torres empacadas	0.01 a 100 (Woodard, 1998)
Filtros de papel	0.05 a 8
Filtros de tela	0.05 a 90
Lavadores de gases	0.05 a 100
Separadores centrífugos	5 a 100
Cámaras de sedimentación	10 a 1000

Fuente: (Woodard, 1998)

1.3.5. Calidad del aire

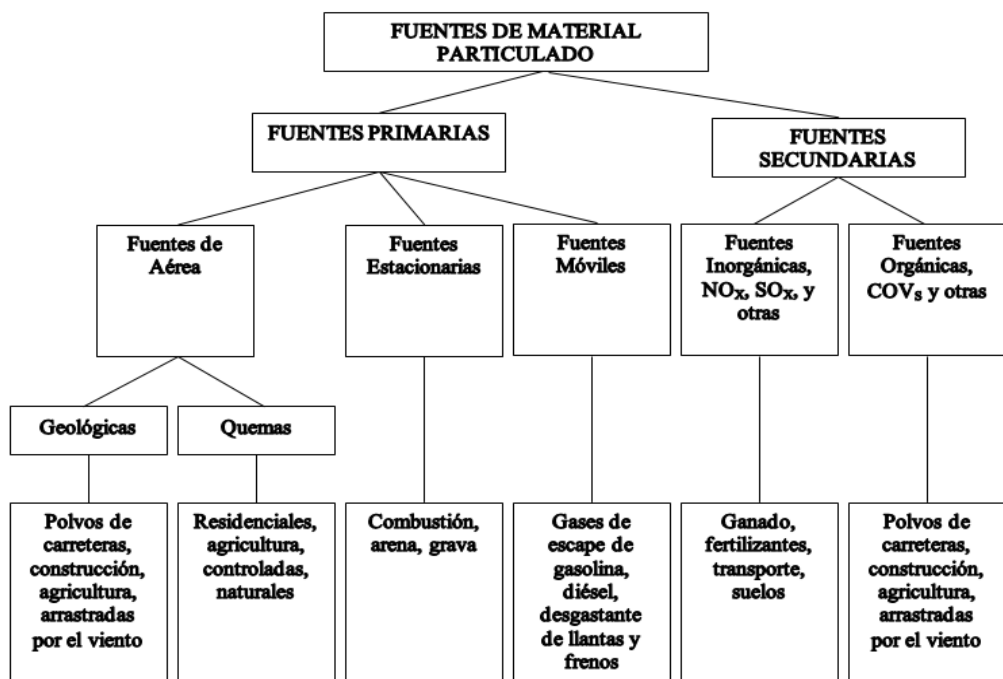
(Bai, 2007), define a la calidad del aire como la presencia o ausencia de ciertos sustancias que se encuentran presentes en el, esta se determina mediante la concentración de contaminantes, microorganismos o su apariencia.

1.3.5.1. Material Particulado

El material particulado o también conocido como polvo, consiste en diminutas piezas de sólidos que se encuentran presentes en el ambiente, cada una de estas difiere por su tamaño y características físicas y químicas, cuyas características y propiedades difieren directamente en los daños provocados en los seres vivos, y principalmente en el hombre. (Nevers, 1998)

(Allen, 2002), manifiesta que existen varias fuentes que liberan material particulado, y de esta manera las clasifica: en fuentes primarias (fuentes aéreas, estacionarias y móviles), esto de acuerdo a las actividades por las cuales se genere polvo, y secundarias (inorgánicas y orgánicas), de acuerdo a su composición; en el siguiente gráfico se identifican estas:

Ilustración 1.10. Fuentes generadoras de material particulado



Fuente: (Allen, 2002)

Según (Orriols, 1990), a este material se le conoce como material particulado, el cual se encuentra representado por las siglas MP, además manifiesta que al realizar un análisis cualitativo las partículas y de acuerdo a su tamaño, estas se pueden clasificar en dos grandes grupos: Gruesas (diámetros superiores a 2,5 μm . Ejemplo: Polvo, tierra, depósito) y Finas (diámetros inferiores a 2,5 μm . Ejemplo: Aerosoles, partículas de combustión, vapores de compuestos orgánicos condensados y metales).

Adicionalmente (Nevers, 1998), indica que estas partículas se encuentran compuestas por: aluminio (Al), calcio (Ca), silicio (Si) y oxígeno (O), en sales de aluminosilicatos. Dicho material puede provenir de dos tipos de fuentes: Naturales, aquellos que se inician producto de vientos de la corteza terrestre, y las antropogénicas conocidas como aquellas producidas como resultado de todas aquellas actividades humanas que involucren la generación de este material (industrias).

1.3.6. Enfermedad profesional

(Colin, 2004) , manifiesta que una enfermedad profesional se puede definir como la destrucción o daño en la salud de los trabajadores, esto debido a la exposición a factores físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, mecánicos, ambientales y psicológicos, mismos que se encuentran o desarrollan en el ambiente laboral, los cuales son provocados por acciones o condiciones subestandar, que se presentan diariamente mientras el ser humano realiza sus tareas.

Resulta muy complejo definir una enfermedad profesional, principalmente cuando esta ya se encuentra en un periodo avanzado, ya que no siempre se puede conocer exactamente cuales fueron los riesgos a los que se encontraba expuesto anteriormente, y por lo tanto resulta difícil determinar el mejor tratamiento para este. Hay muchos factores que pueden contribuir al desarrollo y agravamiento de la enfermedad, estos son factores tecnológicos, carencia de medios para evitar que el trabajador se encuentre expuesto a riesgos, falta de rotación del puesto de trabajo, entre otros.

(Harrison, 2000), considera que un contaminante químico o agente químico a toda materia inerte, natural o sintética, que durante su manipulación (fabricación, transporte y/o uso) puede causar efectos adversos para la salud de las personas. Para ello puede haber una exposición aguda de persona (exposición por periodos intermedios), en las cuales las tareas que va a ejecutar son puntuales; o una exposición crónica (largos periodos), en donde el trabajador tiene que pasar por más de cuatro horas realizando la misma labor.

1.3.6.1. Toxicología del material particulado

1.3.6.1.1. Rutas de exposición

(Schwela, 2005), señala que existen diversas rutas de exposición al material contaminado, ya sea por vía dérmica, mucosa ocular y nasal, y la más común que es la inhalación, a su vez hay que considerar varios aspectos de la exposición, estos son: la exposición (tiempo en el que la persona se encuentra directamente relacionado con el contaminante) y la dosis (cantidad de contaminante expuesto). Adicionalmente otros factores como el tabaquismo o la forma de vida de la persona pueden influir para que su salud se deteriore.

(Harrison, 2000), explica que el tamaño de las partículas influye también en la capacidad de estas de degenerar la salud de las personas, mencionando que mientras más finas sean estas, mayor es su capacidad de penetrar el tracto respiratorio hasta llegar a los alveolos pulmonares, en el estudio realizado experimenta con partículas de diversos tamaños, los cuales varían entre 2,5 y 10 μ m, de los cuales debido a la densidad de cada uno de estos, mientras más livianos mayor es la velocidad con la que ingresan en el sistema respiratorio, haciendo así mucho más difícil que este pueda circular y posteriormente salir del sistema, sino por el contrario al ser tan pequeños estos se depositan directamente en los alvéolos pulmonares, causando así daños irreparables en los seres vivos.

Así mismo (Schwela, 2005), indica que aquellas partículas cuyo tamaño es de 10 μ m se depositan en el tracto respiratorio, muy cerca a la laringe, mientras que

aquellas cuyo diámetro varían de 5 -10 μ m son depositadas en el resto de la vía de conducción. Para el caso de partículas entre 2.5 a 5 μ m en la proximidad de los bronquiolos. La deposición de las partículas en los pulmones depende del tamaño de las mismas, así tenemos que para aquellas de diámetro menor a 0,1 μ m existe una deposición del 60%, disminuyendo al 20% para el tamaño 0.1 - 1 μ m e incrementando a 80% a partículas de 5 μ m.

Además se pueden considerar otros parámetros físicos, entre estos tenemos: carga electrostática, diámetro medio de masa, diámetro aerodinámico medio de la masa y carga efectiva.

El tiempo que se tardan los pulmones para expulsar las partículas contaminantes depende del tipo y del tamaño del material, y también de la persona que lo absorbió, tomando en cuenta estas consideraciones estos contaminantes pueden permanecer dentro de los pulmones, días, meses, años e incluso permanecer para siempre dentro de estos.

1.3.6.2. Mecanismos de daño tóxico del material particulado

(Harrison, 2000), realiza diferentes estudios y análisis en el ser humano, haciendo referencia a los efectos adversos atacan la salud de los seres humanos. debido exclusivamente a la presencia de material particulado de tamaño 10 μ m, una vez concluidos los mencionados estudios, Harrison explica que dichos efectos pueden dividirse en dos grandes grupos: locales (a nivel pulmonar) y sistémicos (a nivel cardiovascular y otros órganos).

Efectos locales

(Bai, 2007), manifiesta que al inhalar las personas el material particulado, estos ingresan directamente al tracto respiratorio, ya sea por la nariz o por la boca, una vez

dentro estos provocan que los microorganismos presentes en el tracto mediante la fagocitosis generen material inflamatorio formando así membranas que afectan a la salud de los seres vivos. Es importante mencionar que mientras más finas sean las partículas que ingresan al tracto respiratorio existirá un mayor poder de destrucción a este, ya que las partículas de este tamaño contienen sustancias más dañinas para la salud, tales como sulfatos, óxidos, nitritos, entre otros.

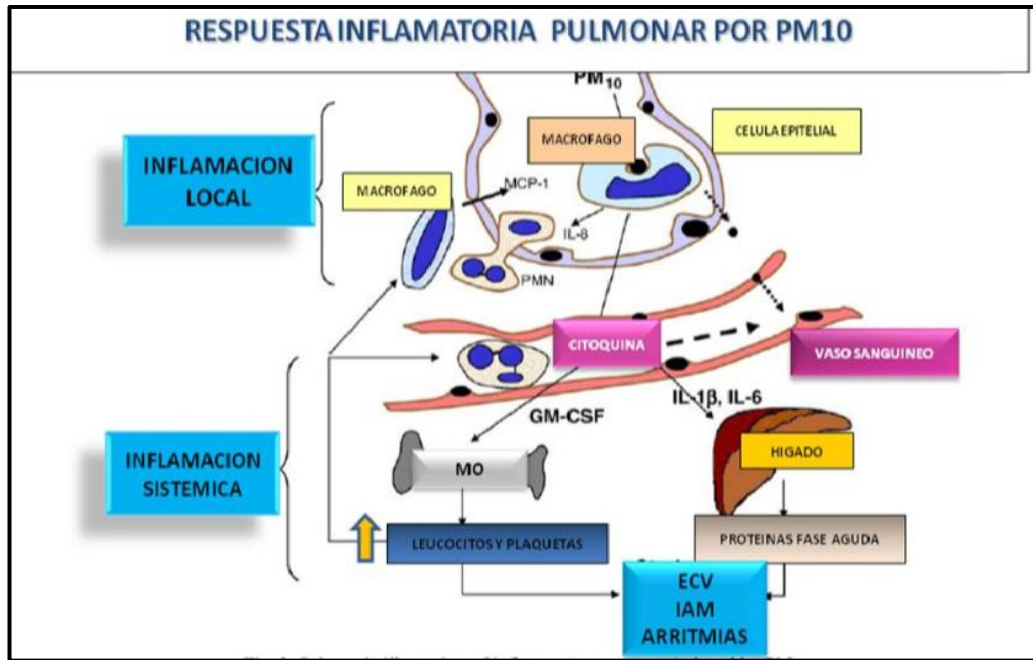
Efectos sistémicos

Existen varias hipótesis de como el material particulado puede causar un efecto sistémico en los seres vivos, la más común es aquella en la cual se dice que este material al ingresar al cuerpo humano induce inflamación a una serie de órganos, afectando a la salud de estos.

Este material particulado a más de afectar al aparato respiratorio de los seres vivos también causa daños en la médula ósea, incrementando la circulación de leucocitos, lo cual acelera la liberación de polimorfo nuclear PMN y monocitos.

Otro efecto adverso es la estimulación hepática, produciendo y liberando proteínas que causan aterosclerosis y necrosis tumorales, mismas que están asociadas a respuestas cardiovasculares negativas, tal es el caso del incremento de la frecuencia cardíaca ya que se obstruyen las paredes sanguíneas. También puede causar trombosis y con ello el síndrome agudo coronario debido a la desestabilización de las placas ateromatosas por la ruptura de las mismas.

(Kok, 2006), también se interesa por los efectos adversos que se pueden desencadenar en la salud y bienestar de las personas, y realiza varias de investigaciones en cuanto a la presencia de material particulado en el ambiente, concluyendo que existe otro tipo de manifestaciones en la salud, tales como: Variaciones en el ritmo cardíaco, disminución en la función pulmonar, asma, obstrucción crónica pulmonar, ataque cardíaco, cáncer pulmonar y leucemia), nacimientos y muertes prematuras.



Fuente: (Bai, 2007)

(Schwela, 2005), manifiesta que existen grupos con mayor susceptibilidad a la exposición a dichos contaminantes tal es el caso de las personas con antecedentes de hiperreactividad bronquial, los cuales producen alteraciones pulmonares, así mismo dentro de este grupo de encuentran los niños, mujeres embarazadas y personas de la tercera edad, que se encuentran expuestos a estos contaminantes.

1.3.6.3. Enfermedades Respiratorias

1.3.6.3.1. Rinofaringitis

(Gralton, 2011), explica que la rinofaringitis es una enfermedad respiratoria, conocida generalmente como resfriado común, el cual que es causado ya sea por vía aérea o por gotas de saliva, esta puede ser adquirida naturalmente, debido a que los microorganismos patógenos se encuentran dispersos en el ambiente, los principales síntomas que manifiesta la presencia de esta enfermedad son: fiebre, tos, catarro, lagrimeo y malestar en general. Esta patología es una de las más comunes a nivel mundial y es la principal causa de ausentismos laborales y escolares. Así mismo

señala que si esta enfermedad es tratada adecuadamente, puede desencadenar en: Bronquitis, asma o neumonía.

1.3.6.3.2. Amigdalitis

Según (Subirá, 2011), la amigdalitis es una infección viral que afecta directamente al aparato respiratorio, debido a la inflamación o hinchazón de las amígdalas (masas ovales, carnosas que se encuentran ubicadas en las paredes laterales de la garganta, las cuales nos ayudan a liberar bacterias de la boca), dicha inflamación se presenta como mucosas molestas para el paciente, provocando hinchazón y dolor de la garganta, algunas veces también pueden provocar fiebre y dolor de cabeza; volviéndose aún más molesta esta patología. Cabe indicar también que la falta de un tratamiento adecuado para esta enfermedad puede causar fiebre reumática e incluso producir un absceso amigdalítico.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Este proyecto contempla el uso y desarrollo de la investigación experimental, para crear una alternativa de solución a los problemas generados como consecuencia de la presencia de material particulado en el aire, que aspira el personal operativo que se encuentra construyendo el Hospital Regional Ambato, siguiendo un proceso de investigación adecuado para captar este material.

2.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para implementar el proyecto en el Grupo Militar de Trabajo Ambato, se utilizó la Investigación descriptiva, es decir la caracterización del ambiente laboral de los trabajadores, así como también las características del material y equipo empleados para realizar las tareas de corte. Adicionalmente se utilizó la investigación cuantitativa para determinar la cantidad de material particulado emanado en el ambiente, producto de las actividades de corte realizadas por el personal, a partir de la medición de los parámetros de calidad del aire en el proyecto. Finalmente se hizo uso de la investigación aplicada, para definir un sistema que permita extraer dicho material particulado del ambiente laboral.

2.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

La metodología que se emplea tiene como objetivo observar el ambiente laboral en donde se realizan las labores de corte de material, identificando también las acciones y condiciones sub estándar. Se realiza un análisis de las actividades que desarrolla el personal y de las posibles causas que influyen para que los trabajadores adquieran enfermedades respiratorias continuamente. Para entender la problemática que afecta a los trabajos del Grupo militar Ambato, se utilizaron dos instrumentos para la recolección de datos: Observación directa y el registro de parámetros de calidad del

aire mediante instrumentos de medición, en los diferentes puestos de trabajo investigados.

La observación directa, mediante el registro fotográfico y la inspección in situ del lugar de trabajo, el cual que involucra el levantamiento de las acciones y condiciones subestandar, el uso de la matriz de riesgos emitida por el Ministerio de Trabajo, para analizar los riesgos existentes en los puestos de trabajo, diseñar un conjunto de medidas de protección para las personas que ejecutan estas tareas.

El registro de parámetros de calidad del aire mediante instrumentos de medición, la observación de estos parámetros incluye el análisis de los datos necesarios para determinar la calidad del aire (dióxido de carbono, monóxido de carbono, material particulado, óxido de nitrógeno), mediante el uso de un medidor de partículas.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas e instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos en este proyecto son:

2.4.1. Técnicas cualitativas

Mediante una observación in situ se realizó una inspección en los puestos de trabajo de las personas que ejecutan tareas de corte de bloque, adoquín y porcelanato, esto con la finalidad de identificar los riesgos a los que se encuentran expuestas estas personas, para posteriormente plasmarlos en la matriz de riesgos laborales, priorizar los riesgos mayores y finalmente determinar las metodologías necesarias para reducirlos y proteger a los trabajadores.

2.4.2. Técnicas cuantitativas

Determinación de la calidad del aire

Las técnicas usadas para ejecutar esta actividad son: la observación y el registro, las cuales permitieron el monitoreo de los parámetros necesarios para determinar la

calidad de aire que se encuentra presente en el ambiente laboral de los trabajadores en estudio, para lo cual inicialmente se determina el punto en donde se va a efectuar las mediciones, para lo cual se toma en consideración la dirección del viento y por ende la dirección de las partículas que salen de la amoladora producto del corte de materiales.

El equipo utilizado para la medición de partículas se coloca a una altura mínima de un metro, mientras que la distancia entre el equipo y el punto de generación del contaminante inicia en 1 metro y dependiendo de si existe presencia o no de material particulado se irán tomando más mediciones hasta establecer el punto en donde dicho material ya no afecte a las personas que se encuentren alrededor, esto con la finalidad de establecer a que distancia pueden estar presentes personas ajenas a esta actividad, esto de acuerdo a las normas: UNE-EN 12341:1999 "Determinación de la fracción PM10 de la materia particulada en suspensión. Método de referencia y procedimiento de ensayo de campo para demostrar la equivalencia de los métodos de medida al de referencia"; y UNE-EN 14907:2006 "Método gravimétrico de medida para la determinación de la fracción másica PM2.5 de la materia particulada en suspensión". (Ricardo Energy & Environment, 2016)

Una vez obtenidos los datos estos se van registrando en una tabla, a fin de compararlos con los nuevos datos tomados una vez que se implante el sistema de extracción de material, y establecer la eficacia del sistema.

2.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población investigada fue el personal operativo y técnico que conforma el Grupo Militar de Trabajo Ambato del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

Tabla 1.2. Número de sujetos investigados

PERSONAL	NÚMERO
Operativo	10
Técnico	2
TOTAL	12

Fuente: Departamento de Talento Humano del CEE

2.5.1. Muestra

En este proyecto no se aplicó una muestra porque la población es pequeña, ya que los monitoreos de comprobación del buen funcionamiento del sistema se lo realizó solamente en el área en donde los trabajadores realizan las actividades de corte de bloque, adoquín y porcelanato de las instalaciones del proyecto: Construcción del Hospital Regional Docente Ambato, cuya área de implantación fue tolerable a la investigación.

2.6. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Una vez obtenida la información técnica, producto de la observación directa del sitio de trabajo, inspección del puesto y del registro de los datos derivados del monitoreo de calidad del aire, se procedió a analizar e interpretar dicha información, misma que consistió en:

- Clasificación, ordenamiento y análisis de los resultados obtenidos de la matriz de riesgos implementada, esto con la finalidad de determinar las medidas a implementar para reducir los riesgos laborales, para lo cual se elaboró una matriz de control operativo.
- Tabulación, análisis y comparación de los datos registrados en el monitoreo de calidad del aire, con los límites permisibles establecidos en la normativa vigente ACGIH 2007, TLV (Valor límite umbral de exposición para polvos de material particulado), para conocer si estos valores cumplen o no con la norma en mención.
- Posteriormente se diseñó el Sistema de extracción de polvo, seleccionando los materiales y partes más adecuadas para el mismo, una vez construido el equipo se ejecutó otro monitoreo de material particulado, para conocer la capacidad de extracción del dispositivo, y comprobar las hipótesis planteadas en el presente documento.

2.7. HIPÓTESIS

2.7.1. Hipótesis general

La implementación del sistema de extracción de material particulado permite la reducción del polvo generado durante las actividades de corte de materiales como adoquín, bloque y porcelanato, en la Cosntrucción del Hospital Regional Docente Ambato.

2.7.2. Hipótesis específicas

2.7.2.1. Hipótesis específica 1

- Al cortar material con disco de diamante #7, sin la implementación del sistema de extracción se obtuvo la siguiente cantidad de material particulado de tamaño 2,5 μm .

Tabla 2.3. Cantidad de material particulado de tamaño 2,5 μm , sin equipo de extracción

MATERIAL	CANTIDAD (mg/m^3)	LÍMITE DE NORMA (mg/m^3)
Bloque	5,21	1
Adoquín	2,33	
Porcelanato	0,77	

Elaborado por: Elena Adriano

- Al cortar material con disco de diamante #7, con la implementación del sistema de extracción se obtuvo la siguiente cantidad de material particulado de tamaño 2,5 μm .

Tabla 2.4. Cantidad de material particulado de tamaño 2,5 μm , con equipo de extracción

MATERIAL	CANTIDAD (mg/m^3)	LÍMITE DE NORMA (mg/m^3)
Bloque	1,06	1
Adoquín	1,13	
Porcelanato	0,34	

Elaborado por: Elena Adriano

Hipótesis alternativa (Ha): La reducción de material particulado de tamaño 2.5 μm depende de la implementación del sistema de extracción bajo condicionantes del filtro de papel y de la campana extractora, en relación a la primera hora permanente de trabajo, el mismo que permite dar seguridad al trabajador.

Hipótesis nula (H0): La reducción de material particulado de tamaño 2.5 μm no depende de la implementación del sistema de extracción bajo condicionantes del filtro de papel y de la campana extractora, en relación a la primera hora permanente de trabajo, el mismo que permite dar seguridad al trabajador.

2.7.3. Hipótesis específica 2

- Al cortar material con disco de diamante #7, sin la implementación del sistema de extracción se obtuvo la siguiente cantidad de material particulado de tamaño 10 μm .

Tabla 2.5. Cantidad de material particulado de tamaño 10 μm , sin equipo de extracción

MATERIAL	CANTIDAD (mg/m^3)	LÍMITE DE NORMA (mg/m^3)
Bloque	13,29	3
Adoquín	28,35	
Porcelanato	1,56	

Elaborado por: Elena Adriano

- Al cortar material con disco de diamante #7, con la implementación del sistema de extracción se obtuvo la siguiente cantidad de material particulado de tamaño 10 μm .

Tabla 2.6. Cantidad de material particulado de tamaño 10 μm , con equipo de extracción

MATERIAL	CANTIDAD (mg/m^3)	LÍMITE DE NORMA (mg/m^3)
Bloque	3,99	3
Adoquín	5,67	
Porcelanato	0,36	

Elaborado por: Elena Adriano

Hipótesis alternativa (Ha): La reducción de material particulado de tamaño 10 µm depende de la implementación del sistema de extracción bajo condicionantes del filtro de papel y de la campana extractora, en relación a la primera hora permanente de trabajo, el mismo que permite dar seguridad al trabajador.

Hipótesis nula (H0): La reducción de material particulado de tamaño 10 µm no depende de la implementación del sistema de extracción bajo condicionantes del filtro de papel y de la campana extractora, en relación a la primera hora permanente de trabajo, el mismo que permite dar seguridad al trabajador.

Tabla 2.7. Resumen de los datos obtenidos sin y con la implementación del equipo extractor

MATERIAL	# DE TRABAJADORES EXPUESTOS	PM 2,5			PM10		
		CANTIDAD SIN EQUIPO (mg/m3)	CANTIDAD CON EQUIPO (mg/m3)	LÍMITE DE LA NORMA (mg/m3)	CANTIDAD SIN EQUIPO (mg/m3)	CANTIDAD CON EQUIPO (mg/m3)	LÍMITE DE LA NORMA (mg/m3)
Bloque	12	5,21	1,06	1	13,29	3,99	3
Adoquín		2,33	1,13		28,35	5,67	
Porcelanato		0,77	0,34		1,56	0,36	

Elaborado por: Elena Adriano

CAPÍTULO III

3. LINEAMIENTOS ALTERNATIVOS

3.1. TEMA

SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL HOSPITAL REGIONAL DOCENTE AMBATO.

3.2. PRESENTACIÓN

El Cuerpo de Ingeniero del Ejército consiente de la enorme importancia que tiene la Seguridad en todas sus operaciones y ante la necesidad de preservar el capital humano que labora bajo su responsabilidad, así como del equipo, maquinaria e instalaciones, a través de la Sección de Seguridad Industrial, dicta normas y procedimientos, relacionados con el desarrollo laboral.

El cabal cumplimiento de sus obligaciones con una óptima ética profesional, en el marco de los parámetros de calidad exigidos por los avances científico y tecnológico, que obliga al desarrollo institucional, transforma a la Seguridad, en un desafío, que únicamente se logrará, a través de la colaboración mancomunada de esfuerzos.

Además se encuentran consientes que únicamente con la implementación de normas y técnicas que coadyuven a prevenir y/o mitigar los riesgos laborales, les permitirá mantener una visión futura clara que les muestre el desarrollo en el cumplimiento de su misión más valiosa que corresponde al progreso y defensa de la Patria, al engrandecimiento de la Institución y a la superación personal y familiar de todo su personal.

La consecución de un trabajo seguro, les permite dirigirse hacia objetivos claros, y metas positivas para el desarrollo del Cuerpo de Ingenieros del Ejército.

El presente trabajo se realizó en el proyecto: “Construcción y Repotenciación del Hospital Regional Docente Ambato”, mismo que es construido por el Grupo Militar de Trabajo Ambato, perteneciente al Cuerpo de Ingenieros del Ejército, el proyecto

en mención se encuentra ubicado en la ciudad de Ambato, en la Av. Unidad Nacional y Luís Pasteur, parroquia La Merced.

En ámbito en el que se desarrolló el proyecto de la construcción del sistema de extracción del material particulado, se circunscribe específicamente en el polvo que se genera producto del corte de porcelanato, bloque y adoquín mediante las amoladoras usadas por el personal operativo del Grupo Militar del Trabajo Ambato.

A continuación se detallan aspectos generales del Cuerpo de Ingenieros del Ejército –Grupo Militar de Trabajo Ambato, mismos que fueron tomados del Reglamento Interno de esta institución.

3.2.1. Razón social y domicilio

- ✓ Razón social: Cuerpo de Ingenieros del Ejército
- ✓ Dirección: Av. Rodrigo de Chávez Oe 4-19 y Av. Jacinto Collahuazo Parroquia La Magdalena.
- ✓ Actividad económica: Construcción, servicios

3.2.2. Política

“El Cuerpo de Ingenieros del Ejército, Unidad Militar de Ingeniería, ejecuta misiones de apoyo a las Fuerzas Armadas y de apoyo al Desarrollo Nacional, a la Acción del Estado y Cooperación Internacional, garantizando la satisfacción de las unidades, instituciones y varios organismos, integrando obras, productos y servicios de alta calidad; previniendo y minimizando la contaminación ambiental y los riesgos para la Seguridad y Salud Ocupacional de su personal; asumiendo la responsabilidad social ante los impactos de sus decisiones y actividades, mediante un comportamiento profesional, ético y transparente, cumpliendo permanentemente con todos los valores institucionales”. (CEE, 2015)

3.2.3. Rubros en el que se utiliza la herramienta menor -amoladora

Los rubros que contemplan el uso de la herramienta menor-amoladora, se detallan a continuación, mismos que contemplan el corte y la instalación del material (ladrillo, bloque, cerámicas, porcelanatos y adoquines).

- Mampostería de bloque de carga
- Instalación de cerámicas, porcelanatos
- Adoquinado de uso vehicular y peatonal

Realizar esta tarea involucra la utilización de equipo de protección por parte del trabajador, esto es: Ropa de trabajo, chaleco, casco, guantes, gafas, mascarilla y orejeras.

3.2.3.1. Materiales a utilizar

Los materiales a utilizar para la ejecución de los rubros en los cuales se usa la amoladora son:

- **Bloque.-** Es un elemento prefabricado formado por cemento, arena y agregados pétreos, mismos que al formar una mezcla son vertidos en moldes metálicos para mediante un proceso de compactación lograr macizos de forma prismática. La resistencia y calidad de estos dependen del país en el cual fueron fabricados, ya que cada uno tiene normativas diferentes, además se puede utilizar aditivos para poder modificar su resistencia, textura o color; estos bloques son utilizados comúnmente para la construcción de muros y paredes.
- **Adoquín.-** Es una piedra o bloque labrado de forma rectangular que se utiliza en la construcción de pavimentos. El material más utilizado para su construcción es el granito, por su gran resistencia y facilidad para el tratamiento que permiten una mejor facilidad de corte. Sus dimensiones suelen ser de 20 cm. de largo por 15 cm. de ancho, lo cual facilita la manipulación con una sola mano.
- **Porcelanato.-** Es un material prensado con absorción de agua menor o igual a 0,5%. Una masa de porcelanato está compuesta de una mezcla finamente atomizada de arcillas, feldespatos, arenas feldespáticas y, a veces, caolines, filitas y aditivos colorantes, cuando son necesarios. La atomización se realiza hasta que se alcanza un tamaño homogéneo de partículas de polvo, adecuado para el prensado. La cocción se realiza a una temperatura de alrededor de 1150-1250° C en hornos largos de hasta 140 m. La materia prima se lleva gradualmente a la temperatura máxima, manteniéndola durante unos 25-30 minutos, y siempre se enfría gradualmente a temperatura ambiente. (Domínguez, 2013)

3.3. OBJETIVOS

3.3.1. Objetivo General

Implementar un Sistema de extracción de material particulado en la construcción del Hospital Regional Docente Ambato, que permita reducir el riesgo laboral, mediante el diseño de un dispositivo que minimice los riesgos asociados a la exposición de polvo.

3.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el monitoreo de material particulado PM 10 μm y PM 2,5 μm al momento en que los trabajadores se encuentran realizando labores de corte de porcelanato, adoquín y bloque con amoladoras y comparar los resultados con la normativa legal vigente para emisiones de material particulado.
- Comprobar como el Sistema de extracción de material particulado, permite reducir el riesgo laboral, mediante el diseño ergonómico con un material adecuado para la construcción e instalación en la amoladora portátil.
- Incorporar en el funcionamiento del equipo de extracción de material particulado, un manual de operación y mantenimiento que permita reducir el riesgo laboral, en la construcción del Hospital Regional Docente Ambato.

3.4. FUNDAMENTACIÓN

La actual legislación en materia de Seguridad Laboral del Ministerio de Trabajo, tiene la finalidad de proteger a los trabajadores mediante el establecimiento de manuales, técnicas e instrumentos que permitan reducir los riesgos y proteger la salud de los trabajadores.

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército, al ser una Institución que data de muchos años de funcionamiento y que cuenta con certificaciones de calidad, cuidado al ambiente y protección a los trabajadores en materia de Seguridad y Salud Ocupacional (ISO 14001, ISO 9001 Y OSHAS 18001 respectivamente), debe cumplir con todos los requisitos legales para conservar dicha acreditación. El Grupo Militar de Trabajo Ambato debe propender a que todas las actividades que se realicen durante la “Construcción y Repotenciación del Hospital Regional Docente Ambato cumplan con todos los estándares de calidad del trabajo y protección al ambiente y a los trabajadores”, adicional a ello también se debe considerar que la principal actividad a la que se encamina la empresa (construcción) es catalogada como de “Alto Riesgo”.

Uno de los puntos críticos durante la “Construcción y repotenciación del Hospital Regional Docente Ambato”, es la emisión de material particulado al ambiente de trabajo, durante las actividades de corte de porcelanato, bloque y adoquín por medio de las amoladoras, sumado a ello la falta de cultura de los trabajadores para usar los equipos de protección personal adecuados.

Por lo expuesto anteriormente se procedió a realizar el diagnóstico, identificación, monitoreo de la cantidad de partículas en suspensión por corte y la necesidad urgente de buscar la solución, mediante la implementación de la matriz de riesgos (Anexo I), con la cual se pretende conocer a cabalidad los factores de riesgo a los que se encuentran expuestos los trabajadores que ejecutan las actividades de corte de bloque, porcelanato y adoquín, y de esta manera poder establecer un mecanismo mediante el cual se pueda reducir o mitigar los riesgos asociados a esta actividad. Una vez analizada toda esta información se procedió a diseñar un sistema que permita extraer el material particulado generado producto de estas actividades, a seleccionar los materiales y dispositivos adecuados para para la construcción e instalación del equipo y finalmente a elaborar un manual de funcionamiento y mantenimiento adecuado del equipo, para que los trabajadores puedan manipularlo fácilmente.

3.5. CONTENIDO

3.5.1. Fundamentación legal

El Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, según la Decisión 584, Cap. III. Gestión de la Seguridad y Salud en los Centros de Trabajo, señala que: Obligaciones de los Empleadores, Art. 11.- En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse, para el logro de éste objetivo, en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial.

El Decreto Ejecutivo No 2393 del 17 de noviembre 1986, "Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo", señala que es un deber del estado precautelar la salud de todos los trabajadores, mediante el seguimiento a las empresas para que brinden ambientes de trabajo seguros, y planes y programas tendientes a combatir y reducir los riesgos laborales presentes.

La Ley de Seguridad Social, en su artículo 155, señala una serie de lineamientos dentro de su política del Seguro General de Riesgos del Trabajo, la protección al afiliado y al empleador a través de programas de prevención de los riesgos derivados del trabajo, acciones de resarcimiento de los daños derivados de los accidentes del trabajo y enfermedades profesionales, incluyendo dentro de estos la rehabilitación física y mental y también la reinserción laboral.

Las normativas NIOSH/OSHA Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, from National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), señalan los límites permisibles de concentración de contaminantes presentes en el ambiente laboral, a los cuales un trabajador puede estar expuesto durante su jornada.

Finalmente de acuerdo al Reglamento Interno de Seguridad y Salud Ocupacional del Cuerpo de Ingenieros del Ejército en su Título I, Capítulo I-Derechos y Obligaciones, numerales 3 y 4, señalan que: “Son obligaciones del CEE identificar y evaluar los riesgos, en forma inicial y periódica, para planificar adecuadamente las acciones preventivas, así como también combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el personal Militar y Civil, privilegiando el control colectivo al individual”.

Por lo expuesto anteriormente se hace necesaria la implementación del Sistema de extracción de material particulado, ya que mediante este se podrá prevenir en la fuente la generación de polvo y por ende evitar que se generen enfermedades, o que se produzcan accidentes y/o incidentes laborales.

3.5.2. Diagnóstico inicial del ambiente de trabajo

El diagnóstico situacional del ambiente de trabajo se elabora con la finalidad de conocer el área en la cual se ejecutará el proyecto, mismo que involucra una inspección in situ de las acciones y condiciones del sitio, para con esto establecer las acciones que se ejecutarán para determinar cuáles son los riesgos potenciales a los que se encuentran expuestos los trabajadores. Las acciones a ejecutarse son:

3.5.2.1. Monitoreo de material particulado

Un monitoreo es un proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa en pos de la consecución de sus objetivos, y para guiar las decisiones de su gestión. (Martinez & Romieu, 1997)

Para el efecto el monitoreo y evaluación de calidad de aire deberá ser realizado en un punto previamente definido de acuerdo a las condiciones de trabajo, determinando valores que sean generados por la maquinaria respectiva (amoladora).

El análisis y evaluación de la calidad del aire se realizará tomando en cuenta las políticas y lineamientos del Cuerpo de Ingenieros del Ejército y aquellas que se enmarcan en las leyes que rigen el país deberá ser efectuado por un laboratorio debidamente acreditado por la OAE.

La evaluación de la calidad del aire comprende el Monitoreo y Análisis de Concentración de Material Particulado, conocido también por sus abreviaturas en inglés como PM (PM10), Material Particulado PM2.5 , Humedad Relativa, Temperatura ambiente, Compuestos orgánicos volátiles (COV's), gases monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO2) y óxidos de Nitrógeno (NO2), en el punto indicado, en actividad normal de construcción de obra civil en horario diurno durante

seis horas, en el sitio en donde los trabajadores se encuentran desarrollando actividades de corte de bloque, porcelanato y adoquín mediante el uso de amoladoras.

Las especificaciones del trabajo de Monitoreo Ambiental realizado, se describen en el siguiente Cuadro:

Tabla 3.8. Especificaciones del Monitoreo de Calidad de Aire Ambiente

MONITOREO	PARÁMETROS A ANALIZARSE	CONDICIONES PARA MONITOREO	OBSERVACIONES
MONITOREO Y CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DE AIRE	Monóxido de carbono CO; Dióxido de azufre SO ₂ ; Óxidos de nitrógeno NO _x ; Temperatura ambiental; Humedad relativa Anhídrido Carbónico %CO ₂ ; Partículas PM10; Partículas PM 2.5; Compuestos Orgánicos Volátiles COV's	CALIDAD DE AIRE AMBIENTE: Durante operación normal de construcción, uso de amoladoras para corte de adoquín, porcelanato y bloque	Se determinará el punto más representativo para la evaluación luego de un recorrido previo con el personal técnico a cargo del proyecto.

Elaborado por: Elena Adriano

Las mediciones se realizarán durante condiciones de operación normales de construcción de obra civil durante período de ejecución de estas actividades.

Para el monitoreo se utiliza un equipo electrónico basado en metodologías aprobadas y validadas por la EPA para la detección de CO, SO₂, NO_x y Material Particulado (PM 10, PM 2.5). Los procedimientos de monitoreo están en metodologías nacionales e internacionales (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI, Anexo #4 y metodologías EPA CFR 40 Parte 50 - 60) y en las especificadas dadas por los fabricantes de los equipos utilizados.

En la siguiente Cuadro se indican los métodos de medición aplicados para el monitoreo y evaluación de calidad del aire y sus métodos de referencia.

Tabla 3.9. Metodología Aplicada


PARÁMETROS	MÉTODOS REFERENCIA
Monóxido de Carbono	NDIR Analizador infrarrojo no dispersivo
Dióxido de Carbono	NDIR Analizador infrarrojo no dispersivo

Óxidos de Nitrógeno	EPA CTM-030 Celda electroquímicas	EPA CTM-022 Celda electroquímicas
Dióxido de Azufre	EPA CTM-030 Celda electroquímicas	
Ozono	EN 13528-1,2,3:2003	
Compuestos Orgánicos Volátiles	PID Detector de Foto Ionización	
PM 10 – PM 2.5 - PM 4 y PM Total	Protocolos EPA: Medición a través de análisis fotométrico de dispersión de partículas y Filtro de Impactado rotativo de partículas.	
Temperatura Ambiente, Punto de Rocío y Humedad relativa	Capacitivo	

Fuente: Laboratorio Camacho Cifuentes

En el Cuadro N° 5 se indican los equipos utilizados para el monitoreo y caracterización de Calidad de Aire, y sus rangos de trabajo.

Tabla 3.10. Características de los equipos e instrumentos de medición

EQUIPO E INSTRUMENTOS	PARÁMETRO MEDIDO	RANGO	APRECIACIÓN
 ANALIZADOR DE GASES EVM Environmental Monitor	Monóxido de carbono (ppm CO)	0 – 1000 ppm	1 ppm
	Dióxido de azufre (ppm SO ₂)	0 – 50 ppm	0.1 ppm
	Óxidos de nitrógeno (ppm NO ₂)	0 – 50 ppm	0.1 ppm
	Dióxido de Carbono	0 – 20000 ppm	1 ppm
	Partículas PM ₁₀ – PM 2.5	0.1 – 10 mm	0.001 mg/m ³
	Compuestos Orgánicos Volátiles	0.0 – 2000 ppm	0.1 ppm
	Temperatura (T °C)	0 – 60 °C	0.1 °C
	Humedad Relativa (%)	5 %	100 %

Fuente: Laboratorio Camacho Cifuentes

Finalmente se realizará la el análisis y la evaluación de los datos obtenidos del monitoreo en la que se indican los valores promedio de los parámetros medidos durante la evaluación ambiental de la Calidad del Aire, la normativa con la que se está comparando la concentración de contaminantes máxima permitida y el resultado de la comparación, es decir si el resultado se encuentra o no dentro de los límites permisibles por la legislación.

3.5.2.2. Enfermedades respiratorias generadas

Se solicitará al Médico Ocupacional del Grupo Militar de Trabajo para que indique las principales enfermedades que se presentan habitualmente en los trabajadores,

producto de las actividades que diariamente desarrollan, esto con la finalidad de conocer si el material particulado generado por el uso de amoladoras para el corte de porcelanato, bloque y adoquín, provoca daños o no en el aparato respiratorio de las personas que lo usan.

3.5.2.3. Matriz de riesgos laborales

Una matriz de riesgos es una herramienta de gestión que permite determinar efectivamente cuales son los riesgos relevantes para la seguridad y salud de los trabajadores que enfrenta una organización. Su llenado es simple y requiere del análisis de las tareas que desarrollan los trabajadores. Para la ejecución de esta es necesario identificar los potenciales factores de riesgo: mecánicos, físicos, químicos, biológicos, psicosociales y ergonómicos. (Naciones Unidas, 2006)

3.5.2.3.1. Factores de riesgos

(Restrepo, 1994) , señala que un factor de riesgos es un rasgo o una característica de una persona para que aumente si probabilidad de sufrir una lesión y/o enfermedad. Para atacar el riesgo es necesario conocer cuál es su causa, estos factores se pueden clasificar en:

a. Riesgos físicos

Son aquellos factores ambientales que dependen de las propiedades físicas de los cuerpos, dentro de estos tenemos: ruido, temperaturas extremas, ventilación, iluminación, presión, radiación y vibración; los cuales actúan sobre el trabajador y que pueden producir efectos nocivos, esto de acuerdo con la intensidad y el tiempo de exposición.

b. Riesgos químicos

Es aquel producido por una exposición no controlada a agentes químicos, produciendo efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades, dentro de estos tenemos: aerosoles, humos, neblinas, polvos, líquidos, gases y vapores.

c. Riesgos mecánicos

Los riesgos mecánicos contemplan todos los factores que se encuentran en objetos, máquinas, equipos, herramientas, que pueden ocasionar accidentes laborales, esto se puede dar por falta de mantenimiento preventivo y/o correctivo, carencia de guardas de seguridad en el sistema de transmisión de fuerza, punto de operación y partes móviles. Ejemplo: superficies de trabajo, máquinas, herramientas manuales, aparatos a presión, etc.

d. Riesgos biológicos

Está representado por todos aquellos organismos vivos, sean animales, vegetales o productos derivados de ellos, mismos que pueden causar efectos nocivos en la salud del trabajador. Dentro de estos se pueden destacar: bacterias, virus, hongos, parásitos, plantas, animales.

e. Riesgos ergonómicos

Involucra todos los agentes o situaciones que tienen que ver con la adecuación del trabajo. Los objetos, puestos de trabajo, máquinas, equipos y herramientas, cuyo peso, tamaño, forma y diseño pueden causar sobre esfuerzo, entre estas: Posturas y movimientos inadecuados que traen como consecuencia fatiga física y lesiones osteomusculares.

f. Riesgos psicosociales

Son las condiciones presentes en una situación laboral directamente relacionadas con la organización del puesto de trabajo, en el contenido del puesto, con la realización de la tarea e incluso con el entorno, que tienen la capacidad de afectar al desarrollo del trabajo y a la salud de las personas.

3.5.2.3.2. Evaluación de riesgos

El objetivo fundamental de la evaluación de riesgos es presentar tanto al empleador como a los empleados alternativas para disminuir los riesgos a los cuales se encuentran expuestos, y consecuentemente para establecerlas es necesario hacer un análisis de los puestos de trabajo, factores a los que se encuentran expuestos y por ende priorizar y atacarlos en la fuente, protegiendo así a los trabajadores. Para ello existen una serie de alternativas, una de ellos es el método de triple criterio, misma que es reconocida por el Ministerio de Trabajo.

3.5.2.3.2.1. Descripción del método de triple criterio

Este método es utilizado para levantar información necesaria para identificar los riesgos a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores mientras se encuentran ejecutando sus labores en sus puestos de trabajo, este método además es reconocido por el Ministerio de Trabajo para que el técnico pueda evaluar los riesgos.

El método de Triple criterio empieza por identificar la actividad económica en la que se enmarca la empresa (basada en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas CIIU, usando como referencia las actividades productivas emitidas por las Naciones Unidas, 2006).

A partir de ello va a su objetivo principal que es identificar los riesgos en cada uno de los puestos de trabajo, para poder establecer medidas de control o minimización, esto de acuerdo al criterio del técnico y del empleador, sin dejar de lado que es

fundamental primero atacar el riesgo de forma colectiva para después llegar a la individual.

El proyecto “Construcción y repotenciación del Hospital Regional Docente Ambato”, al estar catalogadas sus actividades como de “*Alto Riesgo*”, los trabajadores se encuentran expuestos a un sinnúmero de riesgos, pero para cumplir con la finalidad del presente proyecto de tesis el levantamiento de la matriz de riesgos se hará exclusivamente para aquellos trabajadores que realizan cortes de bloque, adoquín y porcelanato.

Posterior a la identificación de los riesgos se estimaron estos riesgos, determinando la probabilidad de ocurrencia, gravedad del daño y vulnerabilidad de la gestión.

Para cualificar el riesgo, se tomó en cuenta todos aquellos criterios que pueden influir para que se produzca un accidente de trabajo, enfermedad profesional o repercusiones en la salud mental del trabajador; todo esto mediante una suma del puntaje de 1 a 3 de cada parámetro, estableciendo finalmente un total, el cual nos ayuda a identificar si las acciones a tomar para minimizar los riesgos, y si estas serán a corto, mediano o largo plazo.

A continuación se detallan cada uno de los aspectos de la ilustración 13, a tomar en cuenta durante la evaluación de riesgos:

Tabla 3.11. Información general

EMPRESA	
ACTIVIDAD:	
LOCACIÓN:	
FECHA (día, mes, año):	
EVALUADOR	
CÓDIGO DOCUMENTO:	
AREA/DEPARTAMENTO	
PROCESO ANALIZADO	
ACTIVIDADES / TAREAS DEL PROCESO	
TRABAJADORES (AS) total	
Mujeres No.	
Hombres No.	

Fuente: Ministerio de Trabajo

Tabla 3.12. Factores de riesgo

FACTORES FÍSICOS
Temperatura elevada
Temperatura baja
Temperatura abatidas
Condiciones climáticas severas
Cambios bruscos de temperatura
Iluminación insuficiente
Iluminación excesiva
Ruido
Vibración
Trabajo en espacios confinados
Incendios
Radiaciones ionizante
Radiación no ionizante (UV, IR. electromagnética)
Ventilación insuficiente (fallas en la renovación de aire)
Presiones anormales (presión atmosférica, altitud geográfica),
Contacto eléctrico indirecto
Manejo eléctrico

FACTORES MECANICOS
Caldas al mismo nivel
Caídas de objetos / materia
Caídas a distinto nivel
Golpes de aire comprimido
Quemaduras
Golpes contra objetos
Cortes con objetos y/o herramientas
Espacio físico reducido,.
Piso irregular resbaladizo
Obstáculos en el piso
Desorden
Maquinaria desprotegida
Manejo de herramienta cortante y , o corto punzante
Manejo de armas de fuego
Circulación de maquinaria y vehículos en áreas de trabajo
Desplazamiento en transporte
Trabajo a distinto nivel
Trabajo subterráneo
Trabajo en altura (desde 1.80 m)
Caída de objetos por derrumbamiento p desprendimiento
Caída de objetos en manipulación
Proyección de sólidos o líquidos
Superficies o materiales calientes
Atropellos/golpes por vehículos
Atrapamiento por o entre objetos
Trabajos de mantenimiento
Trabajos en espacios confinados
FACTORES QUIMICOS
Polvo orgánico
Polvo inorgánico (mineral o metálico)
Gases de(especificar)
Gases de(especificar)
Nieblas de..... (especificar)
Aerosoles (especificar)
Emisiones producidas por
Manipulación de químicos (sólidos o líquidos)... especificar

Vapores de..... (especificar)
Nieblas de.... (especificar)
FACTORES BIOLÓGICOS
Elementos en descomposición
Animales peligrosos (salvajes o domésticos)
Animales venenosos o ponzoñosos
Presencia de vectores (roedores, moscas, cucarachas)
Insalubridad - agentes biológicos (microorganismos, hongos, parásitos)
Consumo de alimentos no garantizados
FACTORES ERGONÓMICOS
Sobreesfuerzo físico
Posturas inadecuadas
Desplazamientos continuos
Levantamiento manual de objetos
Movimiento corporal limitado
Dimensiones del puesto de trabajo
Movimiento corporal repetitivo
Posición forzada (de pie, sentada, encorvada, acostada)
Uso inadecuado de pantallas de visualización pvds
Levantar objetos de forma incorrecta
Pantalla de visualización de controles
Sobrecarga de trabajo
FACTORES DE RIESGO PSICOSOCIALES
Turnos rotativos
Trabajo a presión
Alta responsabilidad
Sobrecarga mental
Minuciosidad de la tarea
Trabajo monótono
Inestabilidad en el empleo
Inadecuada supervisión
Relaciones interpersonales inadecuadas o deterioradas
Desmotivación
Desarraigo familiar
Agresión o maltrato (palabra y obra)
Trato con clientes y usuarios
Déficit en la comunicación

Amenaza delincencial
Inestabilidad emocional
Manifestaciones psicósomáticas
FACTORES DE RIESGOS DE ACCIDENTES MAYORES
Manejo de inflamables y/o explosivos
Recipientes o elementos a presión
Sistema eléctrico defectuoso
Presencia de puntos de ignición
Transporte y almacenamiento de productos químicos y material radioactivo
Depósito y acumulación de polvo
Ubicación en zonas con riesgo de desastres

Fuente: Ministerio de Trabajo

Después de haber identificado los factores de riesgo, se procede a la calificación o estimación del riesgo, mediante la probabilidad de ocurrencia, gravedad del daño y vulnerabilidad, mediante la asignación de un puntaje de 1, 2 y 3; de acuerdo al cuadro que se indica a continuación:

Tabla 3.13. Cualificación del riesgo

CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO - PGV											
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			GRAVEDAD DEL DAÑO			VULNERABILIDAD			ESTIMACION DEL RIESGO		
BAJA	MEDIA	ALTA	LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO	MEDIANA GESTIÓN (acciones puntuales, aisladas)	INCIPIENTE GESTIÓN (protección personal)	NINGUNA GESTIÓN	RIESGO MODERADO	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO INTOLERABLE
1	2	3	1	2	3	1	2	3	4 Y 3	6 Y 5	9, 8 Y 7
RIESGO MODERADO			RIESGO IMPORTANTE			RIESGO INTOLERABLE					
Para cualificar el riesgo (estimar cualitativamente), el o la profesional, tomará en cuenta criterios inherentes a su materialización en forma de accidente de trabajo, enfermedad profesional o repercusiones en la salud mental. ESTIMACIÓN: Mediante una suma del puntaje de 1 a 3 de cada parámetro establecerá un total, este dato es primordial para determinar prioridad en la gestión.											

Fuente: Ministerio de Trabajo

- *Gravedad o consecuencia*, esto en función del daño en caso de producirse, esto se puede manifestar a través de accidentes o enfermedades.

- *Probabilidad*, se debe tomar en consideración eventos que podrían ocurrir (accidente de trabajo y enfermedad profesional)
- *Vulnerabilidad*, de acuerdo a ciertos parámetros, tales como características y tipo de población trabajadora, forma de contratación, aplicación de programas preventivos, conciencia y compromiso del empleador, conciencia de riesgo y hábitos de trabajo del trabajador, entre otras.

Posteriormente se procede a sumar la puntuación de cada una de las variables, misma que va de 1 a 3, dando como resultado puntuaciones que van entre 3 y 9, la cual se encuentra dentro de la siguiente categorización:

Tabla 3.14. Estimación del riesgo

CATEGORIZACIÓN	ESTIMACIÓN DEL RIESGO/PUNTAJE
Riesgo intolerable	7,8 y 9
Riesgo importante	5 y 6
Riesgo moderado	3 y 4

Fuente: Ministerio de Trabajo

Finalmente para cualificar el riesgo, se deben considerar todos aquellos criterios que pueden provocar un accidente de trabajo, enfermedad profesional o repercusiones en la salud mental.

Tabla 3.15. Gestión preventiva. Fuente: Ministerio de Trabajo

GESTIÓN PREVENTIVA				
FACTORES DE RIESGO PRIORIZADOS	FUENTE	MEDIO DE TRANSMISIÓN	TRABAJADOR	COMPLEMENTO
	Acciones de sustitución y control en el sitio de generación.	Acciones de control y Protección interpuestas entre la fuente generadora y el trabajador	Mecanismos para evitar el contacto del factor de riesgo con el trabajador, EPPs, adiestramiento, capacitación	Apoyo a la gestión: señalización, información, comunicación, investigación

Fuente: Ministerio de Trabajo

La determinación de la gestión preventiva se realiza en función del puntaje más alto obtenido en la cualificación del riesgo, mismo que determina que se debe actuar nivel de la fuente, del medio de transmisión y posteriormente a nivel del trabajador.

3.5.2.4. Matriz de control operativo

Una matriz de control operativo es una combinación entre las mediciones obtenidas del monitoreo realizado y las acciones a tomar para reducir el riesgo identificado, esta se basa en la determinación de los factores de riesgo. En el siguiente cuadro se indica la matriz a utilizar en el presente documento para el caso del Monitoreo de calidad del aire.

Tabla 3.16. Matriz de control operativo para monitoreo

COMANDO DE INGENIEROS DEL EJERCITO DEPESIS		SISTEMA INTEGRADO DE GESTION							Código: UZF-1230
		CONTROL OPERATIVO DE PARÁMETROS AMBIENTALES (MEDIDAS PREVENTIVAS)							Versión: 01
MEDICIÓN	FECHA	AREA DE MEDICIÓN	RESULTADO	NORMATIVA	LÍMITE PERMISIBLE	FUENTE	RECEPTOR	OBSERVACIONES	
Norma de referencia:	ACGIH 2007 (TLV) Valor límite umbral de exposición para polvos de material particulado NO SOLUBLE - POLVO								
Parámetros:	Material particulado RESPIRABLE, Material Particulado de diámetro inferior a 2.5 micrones - PM2.5								
	Material particulado RESPIRABLE, Material Particulado de diámetro inferior a 10 micrones - PM10								

Elaborado por: Elena Adriano

3.5.2.5. Diseño y selección del equipo de extracción de material particulado

Después de identificar los riesgos a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores que cortan bloque, porcelanato y adoquín, y de determinar cuáles serán las medidas a tomar en cuenta para reducir y/o mitigar los riesgos tanto a nivel colectivo como individual, se procedió a diseñar el equipo para extraer el material generado producto de estas actividades, así como también a seleccionar los materiales más adecuados para su construcción.

3.5.2.6. Partes del sistema de extracción de material particulado

Este sistema estará compuesto de las siguientes partes:

a. Campana extractora

Se diseñará una estructura para almacenar total o parcialmente un contaminante, considerándola como el punto de entrada del material particulado hacia el sistema de extracción mediante los ductos, para ello se debe tener en cuenta que mientras más se encierre la fuente de generación del material particulado mejor extracción se tendrá.

b. Ductos

Mediante estos se transporta el material particulado hacia un sitio seguro, con la finalidad de que este no se disperse en el ambiente.

c. Separador

Este proceso tiene la finalidad de atrapar el material particulado, separándolo del aire que se libera al ambiente.

d. Cámara de almacenamiento

En esta se almacenará el material particulado hasta que este sea evacuado en un sitio apropiado, para este caso su disposición se lo realizará en una escombrera temporal, hasta que se realice su disposición final.

3.5.2.6.1. Diseño del sistema de extracción de material particulado

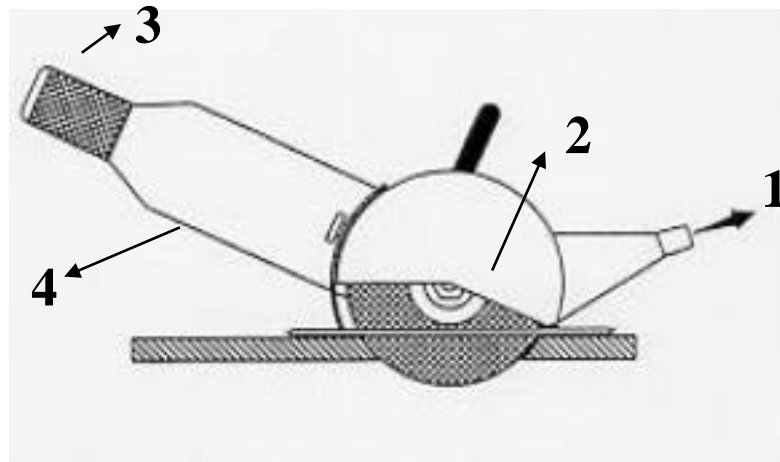
En este punto se crea un boceto o esquema, con la finalidad de proyectar el objeto (sistema de extracción), tomando en cuenta sus aspectos estéticos y funcionales.

Respecto al sistema de extracción a implementar en el proyecto en mención, una vez que se obtuvieron los resultados correspondientes de la matriz de riesgos para los

trabajadores que cortan porcelanato, bloque y adoquín, y de los correspondientes monitoreos que se realizaron para saber si la generación del material particulado a los que se encuentran expuestos los trabajadores es la adecuada o no, se procedió a elaborar el diseño más adecuado para el equipo (sistema de extracción), que nos permitirá reducir a la cantidad mínima posible, la generación de material particulado al ambiente de trabajo.

En la siguiente figura se muestra el boceto del equipo extractor a implementar, mientras que el diseño definitivo y las medidas del sistema se presentan en el capítulo cuatro.

Ilustración 3.13. Boceto del sistema de extracción particulado a implementar



Fuente: Autor

1. Mango de sujeción
2. Cámara extractora
3. Cámara de salida
4. Ducto

3.5.2.6.1.1. Materiales a utilizar para la construcción del sistema de extracción de material particulado

Un material es un elemento que tiene características y medidas específicas, que ocupa un lugar en el espacio.

Para el caso del sistema de extracción de polvo los materiales a utilizarse para la construcción de este, dependerán de las características del material que se necesita extraer y de la disponibilidad de existencia de estos en el mercado.

Una vez que se haya realizado el monitoreo del material particulado y se determine la cantidad y tamaño de estos se podrá establecer cuál es el tipo de material más óptimo a usar para reducir la generación de polvo al ambiente.

3.5.2.6.2. Manual de operación y mantenimiento del equipo de extracción de material particulado

(Albornoz, 1998), Se conoce como manual al documento en el cual se describen las normas, organización y procedimientos que se utilizarán para que el equipo funcione adecuadamente, de igual forma en este documento también se indica los pasos más idóneos para proporcionar a la unidad de mantenimiento un sistema de procesos administrativos, mediante las etapas de planeación, organización, ejecución, control e inspección, mismos que sean un apoyo para las actividades de mantenimiento del equipo. Es importante tomar en cuenta que un manual debe ser versado, claro, preciso y ordenado.

El manual se elabora con la finalidad de que los trabajos de mantenimiento no solo se realicen mediante la prestación de servicios de una persona externa, sino que por el contrario los ejecuten el personal propio del Grupo Militar de Trabajo, mediante la unidad de mantenimiento, a esto se conoce como Trabajos internos, los cuales tendrán el manual como un apoyo para las actividades de mantenimiento que serán llevadas a cabo desde la notificación de la falla del equipo hasta la finalización del trabajo, es decir cuando el equipo se encuentre operando con normalidad.

3.5.2.6.2.1. Contenido del manual de operación y mantenimiento

El manual de operación y mantenimiento debe contener la siguiente información, cabe mencionar que cada uno de los puntos que se señalan deben ser claros, precisos, objetivos y ordenados.

3.6. OPERATIVIDAD

3.6.1. Operatividad de la hipótesis específica 1

La reducción de material particulado de tamaño 2.5 μm depende de la implementación del sistema de extracción bajo condicionantes del filtro de papel y de la campana extractora, en relación a la primera hora permanente de trabajo, el mismo que permite dar seguridad al trabajador.

Tabla 3.17. Operatividad de la hipótesis específica 1

CATEGORÍA	CONCEPTO	VARIABLE	INDICADORES	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	Es aquella que se encarga de la identificación y prevención de los riesgos asociados a las actividades ejecutadas en las empresas	VARIABLE INDEPENDIENTE Sistema de extracción de material particulado	Diseño del equipo de extracción de polvo Materiales usados Dimensiones del equipo de extracción de polvo	Análisis de riesgos mediante: Registros fotográficos Inspección in situ Observación directa
Trabajo	Son las actividades ejecutadas diariamente por una persona, ordenado a un fin.	VARIABLE DEPENDIENTE Cantidad de material particulado PM 2,5 μm generado	Control de : Emisión de material particulado PM 2,5 μm	Medición y evaluación de riesgos mediante: Matriz de Riesgos TRIPLE CRITERIO Monitoreo de material particulado PM 2,5, usando un medidor de gases EVM

Elaborado por: Elena Adriano

3.6.2. Operatividad de la hipótesis específica 2

La reducción de material particulado de tamaño 10 μm depende de la implementación del sistema de extracción bajo condicionantes del filtro de papel y

de la campana extractora, en relación a la primera hora permanente de trabajo, el mismo que permite dar seguridad al trabajador.

Tabla 3.18. Operatividad de la hipótesis específica 2

CATEGORÍA	CONCEPTO	VARIABLE	INDICADORES	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	Es aquella que se encarga de la identificación y prevención de los riesgos asociados a las actividades ejecutadas en las empresas	VARIABLE INDEPENDIENTE Sistema de extracción de material particulado	Diseño del equipo de extracción de polvo Materiales usados Dimensiones del equipo de extracción de polvo	Análisis de riesgos mediante: Registros fotográficos Inspección in situ Observación directa
Trabajo	Son las actividades ejecutadas diariamente por una persona, ordenado a un fin.	VARIABLE DEPENDIENTE Cantidad de material particulado PM 10 μm generado	Control de : Emisión de material particulado PM 10 μm	Medición y evaluación de riesgos mediante: Matriz de Riesgos TRIPLE CRITERIO Monitoreo de material particulado PM 10, usando un medidor de gases EVM

Elaborado por: Elena Adriano

CAPÍTULO IV

4. EXPOSICIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Resultados del diagnóstico inicial del ambiente de trabajo

Como se mencionó en el capítulo anterior, antes de proceder al diseño e implementación del sistema de extracción de material particulado se elaboró un diagnóstico inicial del ambiente de trabajo, mediante una inspección in situ del área en donde los trabajadores cortan bloque, adoquín y porcelanato.

En estas áreas se puede observar la presencia de personas ajenas al trabajo circulando constantemente, esto se debe a que en el mismo proyecto se ubican el hospital antiguo que se encuentra en funcionamiento, y el hospital nuevo en construcción, en el que al momento se están ejecutando trabajos finales, tales como colocaciones de porcelanato, adoquín, arreglos en mamposterías y pintura; motivo por el cual se puede evidenciar fácilmente la generación de material particulado en el ambiente; afectando así no solo a los trabajadores sino también a los usuarios del hospital, puesto que la barrera para separar una actividad de la otra consiste únicamente en un saco de yute de una altura aproximada de 1,20 metros.

Ilustración 4.14. Delimitación entre el hospital antiguo y el hospital nuevo.



Elaborado por: Elena Adriano

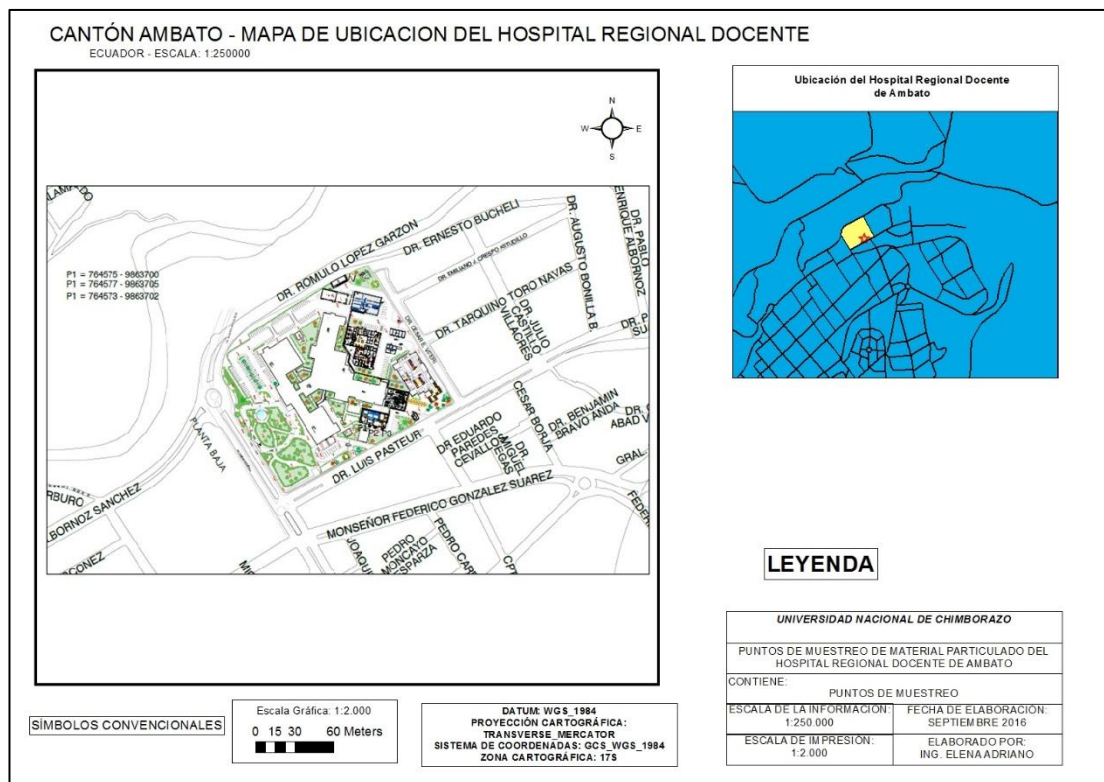
Ilustración 4.15. Ejecución de actividades propias del proyecto



Elaborado por: Elena Adriano

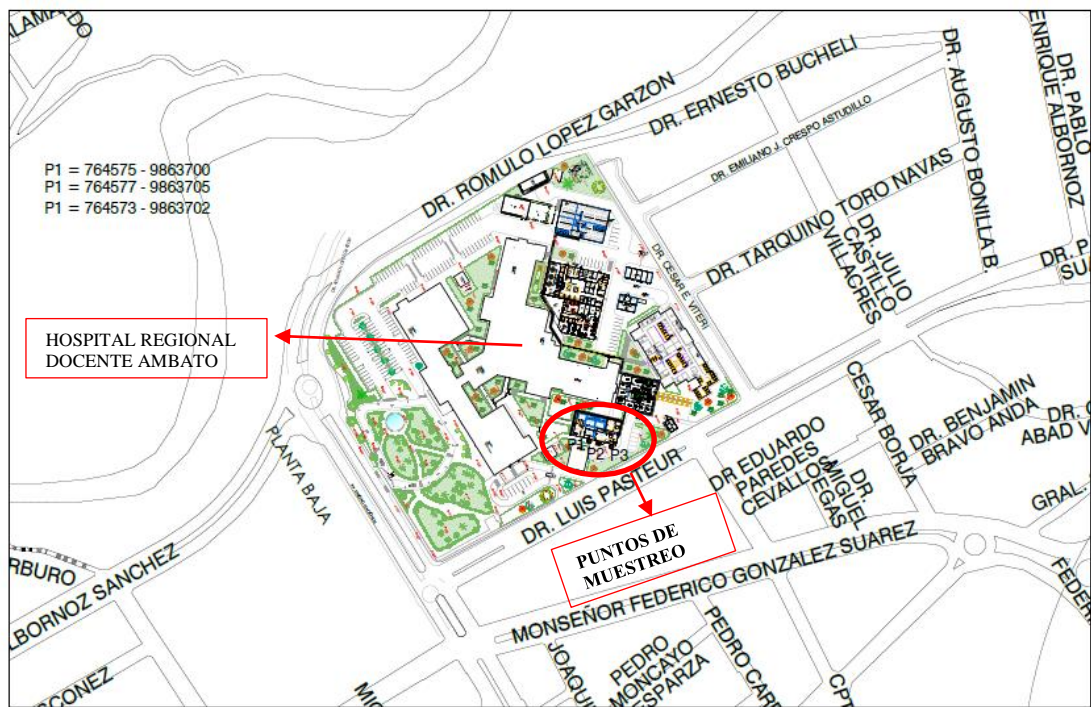
Adicionalmente se pudo observar que existe un lugar determinado dentro del proyecto para el corte de cada material, los cuales se encuentran cercanos uno del otro. A continuación se describe cada uno de los puestos de corte.

Ilustración 4.16. Ubicación del Hospital Regional Ambato



Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.17. Ubicación de puntos de muestreo del Hospital Regional Docente Ambato



Elaborado por: Elena Adriano

Puesto 1.- El área de corte de bloque ocupa un espacio de 2 metros de ancho por 3 metros de largo y una altura de 2,3 metros, se encuentra en las coordenadas: 764575 y 9863700, cercada en sus tres lados por mampostería de bloque, piso de cemento y una cubierta de zinc.

Ilustración 4.18. Área de corte de bloque



Elaborado por: Elena Adriano

Puesto 2.- El puesto de trabajo para corte de bloque porcelanato se encuentra en las coordenadas: 764577 y 9863705, es un área abierta totalmente, piso de cemento y techo de zinc.

Ilustración 4.19. Área de corte de adoquín



Elaborado por: Elena Adriano

Puesto 3.- Para el caso de corte de adoquín, el área es similar a la corte de adoquín, únicamente varía el punto de ubicación, cuyas coordenadas son: 764573 y 9863702

Ilustración 4.20. Área de corte de porcelanato



Elaborado por: Elena Adriano

Adicionalmente se puede observar que el equipo de protección utilizado por los trabajadores que ejecutan la actividad de corte, está conformado por: Casco, chaleco, mascarilla, zapatos punta de acero y ropa de trabajo (camisa o buzo manga larga y pantalón jean).

Ilustración 4.21. Equipo de protección usado para las actividades de corte



Elaborado por: Elena Adriano

4.1.1.1. Monitoreo de material particulado

Una vez realizado el análisis inicial de cada uno de los puestos de trabajo de corte de material, mediante el uso de la amoladora, se procedió a monitorear y evaluar su calidad de aire, esto con la finalidad de conocer si las emisiones de contaminantes generadas durante la ejecución de estas actividades cumplen con los límites establecidos en las normativas vigentes (NIOSH/OSHA Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, from National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) de salud y ocupación laboral), establecidas por el Ministerio de Trabajo y Organismos de Salud.

Tomando en consideración las recomendaciones establecidas en el Protocolo de monitoreo de calidad del aire y gestión de los datos (DIGESA, 2005), se establecieron los parámetros para ejecutar esta actividad, las cuales se detallan a continuación:

a. Equipo de monitoreo: Para el monitoreo de calidad del aire se utilizó un Analizador de gases EVM (environmental monitor), el cual usa diferentes metodologías de medición de acuerdo al contaminante, la tabla 4 describe cada una de estas.

b. Sitio de monitoreo: Los sitios de monitoreo son los tres puestos de trabajo en donde se corta bloque, adoquín y porcelanato, previamente establecido en el diagnóstico inicial del ambiente de trabajo, para lo cual se tomaron los puntos de georreferenciación exacta de cada uno de estos, mismos que se indican en las ilustraciones 21, 22 y 23.

c. Ubicación del equipo de monitoreo: La distancia de ubicación del equipo respecto al puesto de trabajo inició en 0,50 metros y terminó en 3 metros, en cuanto a la altura fue variando de 1 a 1,5 metros (tomando en consideración la altura de las personas que circulan por estos sitios).

d. Parámetros a monitorear.- El trabajo ejecutado contempló el monitoreo y análisis de concentración de material particulado (PM10), material particulado (PM2,5), humedad relativa, temperatura ambiente, compuestos orgánicos volátiles (COV's), gases monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO2) y óxidos de nitrógeno (NO2), en los tres puestos de trabajo establecidos en el diagnóstico inicial.

e. Tiempo de monitoreo.- El monitoreo de calidad del aire fue ejecutado en actividad normal de construcción de obra civil en horario diurno y durante seis horas continuas de trabajo.

4.1.1.1.1. Descripción del área de monitoreo laboral

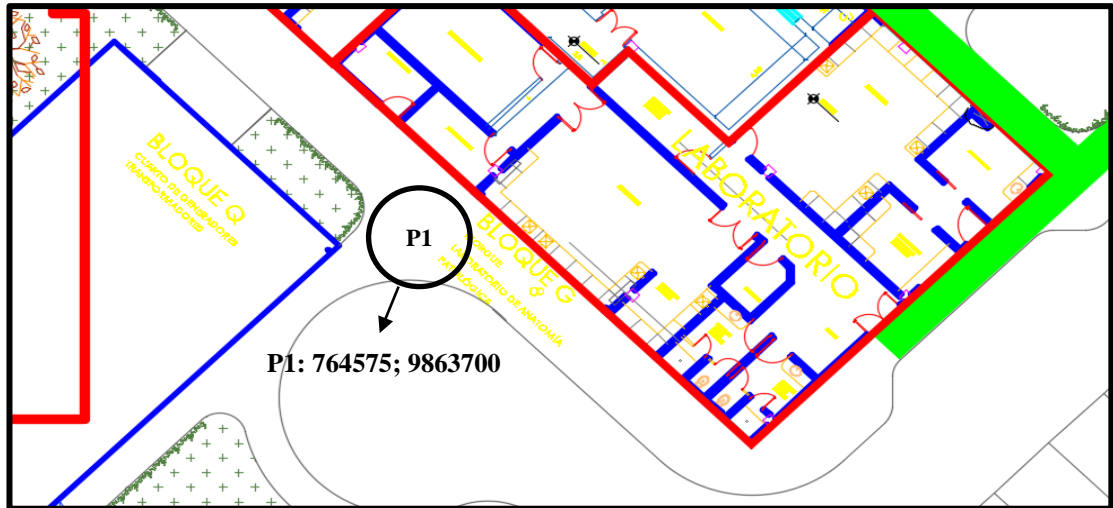
Como se mencionó en el diagnóstico inicial, existen tres lugares determinados para el corte de cada uno de estos materiales, los cuales se encuentran formados por piso de hormigón armado y techo de zinc, adicionándose mampostería de bloque para el caso del puesto de trabajo de corte de bloque, tal como se puede observar en las ilustraciones: 17, 18 y 19. Tomando en consideración estos aspectos para la ejecución del monitoreo de calidad del aire se designó a cada uno de los puestos con una numeración, e inmediatamente se procedió a tomar los puntos de coordenadas UTM de estos sitios. A continuación se indica los puntos de monitoreo establecidos, con su respectiva nominación, puntos de georreferenciación y planos de ubicación.

Tabla 4.19. Identificación del punto de monitoreo

ÁREA MONITOREADA	COORDENADAS UTM Sistema WGS84		DESCRIPCIÓN	ALTITUD (msnm)
	ESTE	NORTE		
Puesto 1	17M 764575	9863700	Área de corte de bloque	2620
Puesto 2	17M 764577	9863705	Área de corte de porcelanato	2621
Puesto 3	17M 764573	9863702	Área de corte de adoquín	2620

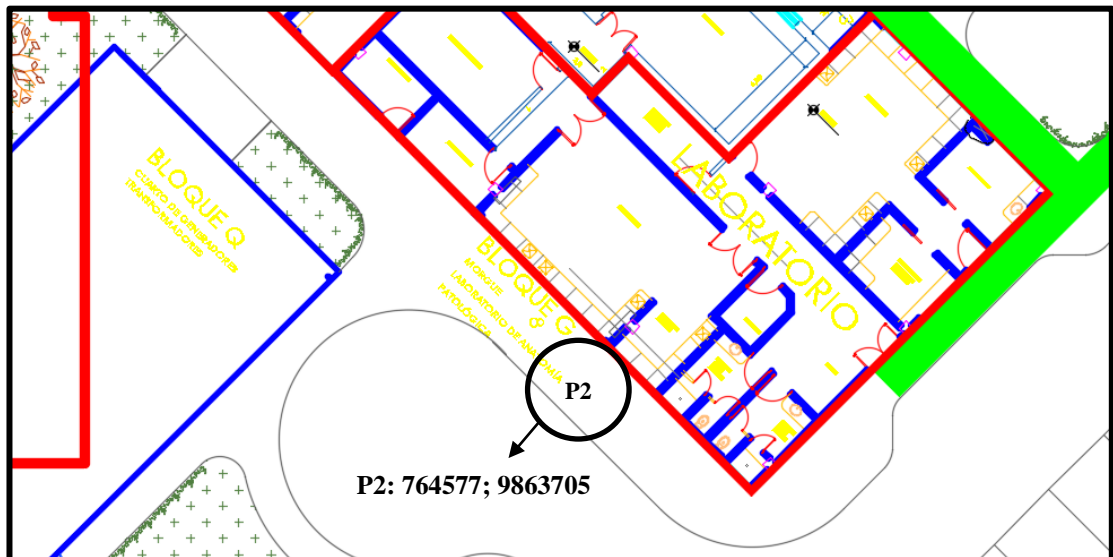
Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.22. Coordenadas de ubicación: Puesto 1-Corte de bloque



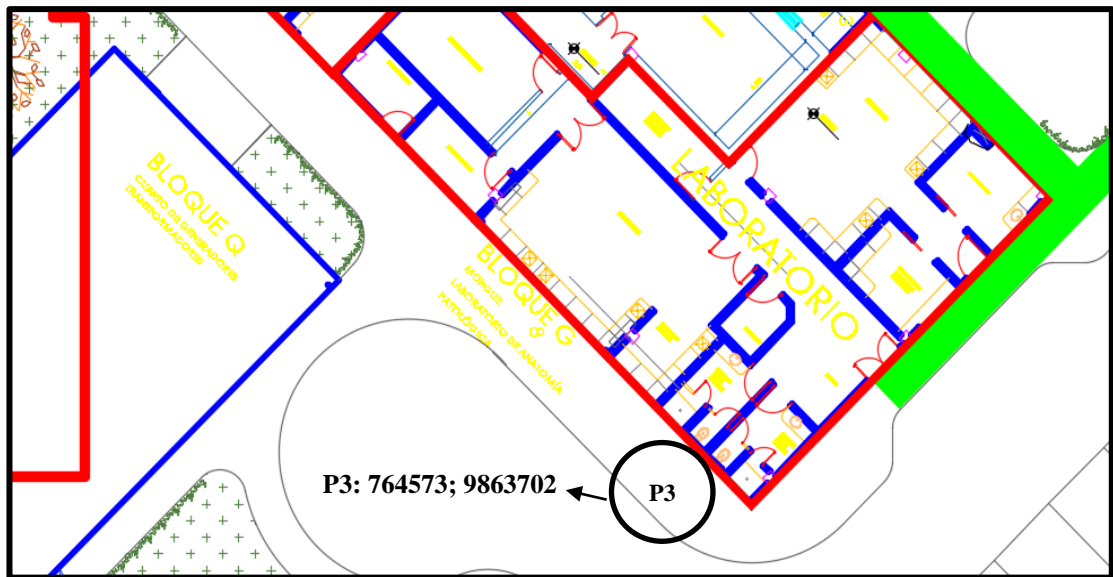
Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.23. Coordenadas de ubicación: Puesto 2-Corte de porcelanato



Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.24. Coordenadas de ubicación: Puesto 3-Corte de adoquín



Elaborado por: Elena Adriano

4.1.1.1.2. Especificaciones técnicas de uso de amoladoras

La amoladora es una herramienta eléctrica, formada por un motor que hace girar un usillo, en que se acoplan diferentes discos de corte de diversos materiales y medidas, y que sirven para cortar una serie de materiales; en el mercado existen miniamoladoras cuyas medidas de disco varían desde 115mm y 125mm, potencias de 500W a 800W, y sirve para el corte de materiales como: ladrillo, bloque, cerámica, adoquines, tuberías de hierro, entre otras; existen también amoladoras grandes, sus medidas de disco varían entre 180mm y 230mm su potencia puede llegar a 2300W, se las usa para cortar pavimentos duros. Una amoladora está compuesta por:

Ilustración 4.25. Manual de uso de amoladoras

- 1 Tecla de encendido
- 2 Botón de traba del eje
- 3 Disco abrasivo
- 4 Palanca de cierre rápido
- 5 Protector del disco



Fuente: (Grupo SIMPA S.A., 2013)

El (Ministerio de Trabajo, 2013), en el manual elaborado para el uso de amoladoras, señala que las principales causas de los factores de riesgo de estas son:

- Mala elección de los discos, discos de diámetros diferentes a los admitidos por la amoladora o discos agrietados.
- Esfuerzos excesivos de la herramienta, conduciendo al bloqueo del disco
- Existencia de polvo procedente del material usado y de las muelas del disco
- Falta de uso de un sistema de extracción de polvo
- Obstrucciones en el cable de la herramienta
- Problemas de rodamientos o malos montajes del disco

4.1.1.1.3. Descripción de la herramienta usada para el corte de material (amoladora)

Los trabajadores de Grupo Militar de Trabajo Ambato, para el corte de porcelanato, bloque y adoquines hacen uso de una amoladora tipo esmeril angular de 7" (180mm) de marca DEWALT, modelo D28491-B3, la potencia del motor es de 2200W y 8500 RPM, superficies duras cuenta con una buena velocidad y potencia, su caja de engranajes de bajo perfil permite que el trabajador realice sus actividades en lugares estrechos, presenta un mango con goma de anti vibración de tres posiciones, además

está compuesta por una tapa removible, un gatillo removible y cables resistentes, los cuales previenen roturas por tirones.

Ilustración 4.26. Amoladora usada para el corte de material.



Elaborado por: Elena Adriano

4.1.1.1.3.1. Consideraciones técnicas para el uso de discos de corte

(Almaraz, 2016), señala que existen diferentes parámetros para elegir un disco de corte, tales como: materiales trabajados, dureza de los discos, tamaño de los discos en relación a las piezas a trabajar y posición de trabajo con la amoladora, para ello en el mercado se puede encontrar diferentes tipos de discos de corte y desbaste, mismos que se pueden identificar de acuerdo a las siguientes consideraciones:

El mineral abrasivo, es decir de acuerdo al tipo de grano del disco, para trabajos en roca o cerámica se puede usar uno de carburo o silicio, mientras que para corte de metales uno de óxido de aluminio.

El tamaño de los granos, Se designan por tamaño por tamaño numérico de grano y por número de tamiz, mientras aumenta el número, menor es el tamaño del grano. El tamaño grueso de grano – un número menor, mejora la velocidad de corte pero los acabados de la superficie del material cortado son más ásperos; por el contrario el tamaño fino de grano – un número mayor, proporciona menos eliminación de material y a su vez permite que los acabados del material cortado sean más delicados.

Ilustración 4.278. Velocidades de disco de corte y desbaste

TIPO DE GRANO	Nº DEL TAMIZ	FOTOGRAFÍA
Muy basto	4 a 10	
Basto	12 a 24	
Medio	30 a 60	
Fino	70 a 120	
Muy fino	150 a 240	
Superfino	280 a 600	
El más fino	1200	

Fuente: (Vergel, 2015)

La dureza del disco abrasivo, Esta es identificada por letras que van desde la N para discos suaves, hasta la TZ para discos muy duros.

Tabla 4.20. Tabla de identificación para discos abrasivos

Mineral abrasivo	Identificación	Dureza del disco	Usos frecuentes	Materiales a trabajar
Óxido de aluminio o corindón (Al ₂ O ₃)	A	N – muy blando Extra medio R – medio/duro	Trabajos en metales	Acero y aleaciones Hierro fundido nodular Hierro fundido maleable
Diamante carborundum (SiC)	C	S – duro TZ – muy duro	Trabajos en roca y cerámicas	Metal duro Roca y cerámica Alumino y latón

Fuente: (Almaraz, 2016)

Se debe tomar en cuenta que mientras más duro sea el material a cortar, más blando debe ser el disco a usar, evitando así que este se cristalice, estos discos tienen buena facilidad para emitir los granos abrasivos gastados, por el contrario los discos duros no sueltan fácilmente los granos y duran más. Se puede identificar que el disco ha cristalizado cuando se torna brillante y pierde su poder abrasivo. Para determinar el tamaño del disco a usar, se debe considerar:

Espesor macizo máximo de la pieza a cortar, los cortes de material no deben superar un espesor máximo de la décima parte del diámetro del disco (con relación al disco nuevo), por ejemplo un disco de 125mm debe cortar máximo 12,5 mm del material.

Tipo de herramienta disponible y su potencia, se deben ajustar a las sugeridas por el fabricante de la herramienta y las revoluciones de esta. A continuación se muestra una tabla guía para seleccionar adecuadamente el disco de corte.

Ilustración 4. 28. Velocidades de disco de corte y desbaste

DIÁMETRO PULGADAS	DIÁMETRO MILÍMETROS	RPM MÁXIMAS
3	80	20.000
4 ½	115	13.370
7	178	8.593
9	229	6.684
10	154	6.015
12	305	5.013
14	356	4.297

Fuente: (Vergel, 2015)

El lugar de trabajo, para espacios reducidos necesariamente se debe usar como herramienta una amoladora.

4.1.1.1.4. Descripción del disco usado para el corte del material

Tomando en consideración las recomendaciones establecidas por los fabricantes, tales como: el mineral y dureza del disco abrasivo, tipo de material a cortar (bloque, adoquín y porcelanato), tipo de grano, y la potencia de la herramienta a usar para esta actividad (8500 RPM); el disco de corte necesario es:

- Mineral abrasivo: Diamante
- Dureza del disco: Muy duro TZ
- Diámetro del disco: 7 pulgadas, equivalente a 178mm
- Tipo de grano: El más fino
- Número de tamiz: 1200

4.1.1.1.5. Resultados de la evaluación de la calidad del aire laboral

En el punto 4.1.1.1 se detallan los aspectos que se tomaron en cuenta para la ejecución del monitoreo laboral, el cual se lo realizó durante un tiempo de seis horas continuas, el equipo utilizado fue un Analizador de gases EVM (environmental monitor), ya que mide al mismo tiempo todos los parámetros necesarios para caracterizar la calidad del aire presente en el ambiente laboral, esto para cada uno de los tres puestos de trabajo. Los puntos de monitoreo y los planos de estos se detallan en el acápite 4.1.1.1. Posterior a ello se realizó una comparación entre los datos obtenidos en campo con los valores permitidos establecidos en la normativa vigente.

En los siguientes cuadros se presentan los resultados de los valores promedio obtenidos de los parámetros medidos durante la evaluación ambiental de la Calidad del Aire Laboral y su respectiva comparación con la concentración de contaminante máxima permitida.

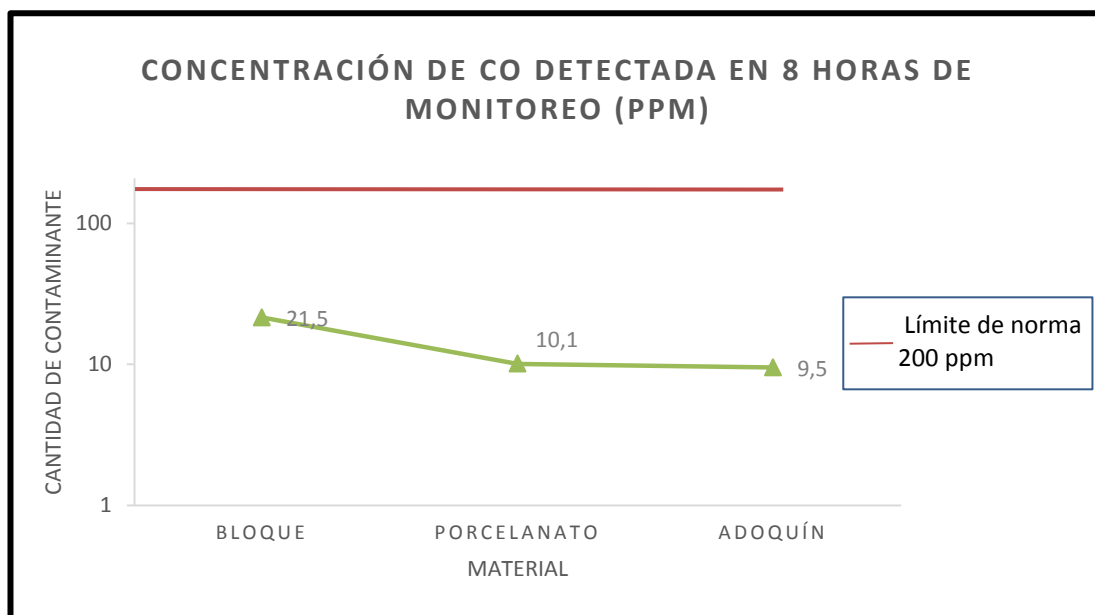
Norma de referencia: *NIOSH/OSHA Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, from National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) – Límite de concentración para exposición a Monóxido de Carbono (CO)

Tabla 4.21. Resultados de concentración a exposición de Monóxido de Carbono (CO)

CO	ACTIVIDAD	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DETECTADA EN 8 HORAS DE MONITOREO	LÍMITE DE NORMA		OBSERVACIÓN
				(ppm)	Exposición durante 8 horas TWA (ppm)	Nivel máximo de exposición durante toda la jornada (ppm)	
PUESTO 1	BLOQUE	19,93	61,63	21,5	(50 ppm OSHA PEL) (35 ppm NIOSH REL)	200 ppm NIOSH	CUMPLE
PUESTO 2	PORCELANATO	19,92	61,53	10,1			CUMPLE
PUESTO 3	ADOQUÍN	19,93	61,63	9,5			CUMPLE

Fuente: Laboratorio Camacho Cifuentes

Ilustración 4.29. Concentración de monóxido de carbono detectada durante el monitoreo



Elaborado por: Elena Adriano

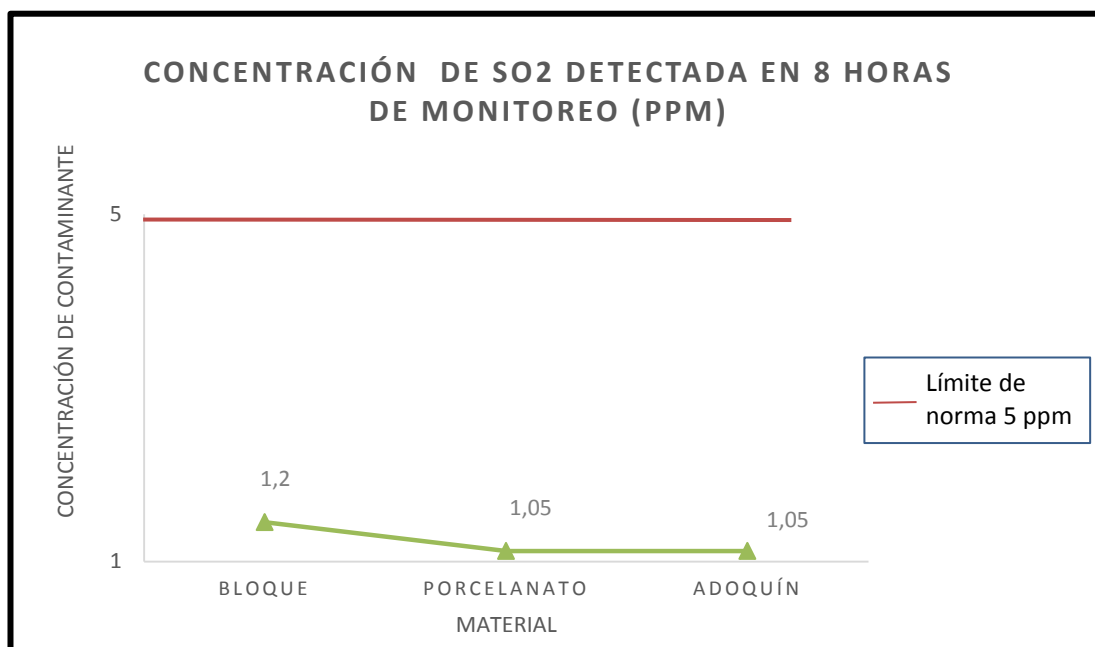
Norma de referencia: *NIOSH/OSHA Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, from National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) – Límite de concentración para exposición a Dióxido de Azufre (SO₂)

Tabla 4.22. Resultados de concentración a exposición a Dióxido de Azufre (SO₂)

SO ₂	ACTIVIDAD	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DETECTADA EN 8 HORAS DE MONITOREO	LÍMITE DE NORMA		OSERVACIÓN
				(ppm)	Exposición durante 8 horas TWA (ppm)	Exposición durante 15 minutos (ppm)	
PUESTO 1	BLOQUE	19,93	61,63	0,2	5 ppm OSHA PEL) (2 ppm NIOSH REL)	ST 5 ppm NIOSH	CUMPLE
PUESTO 2	PORCELANATO	19,92	61,53	0,05			CUMPLE
PUESTO 3	ADOQUÍN	19,93	61,63	0,05			CUMPLE

Fuente: Laboratorio Camacho Cifuentes

Ilustración 4.30. Concentración de dióxido de carbono detectada durante el monitoreo



Elaborado por: Elena Adriano

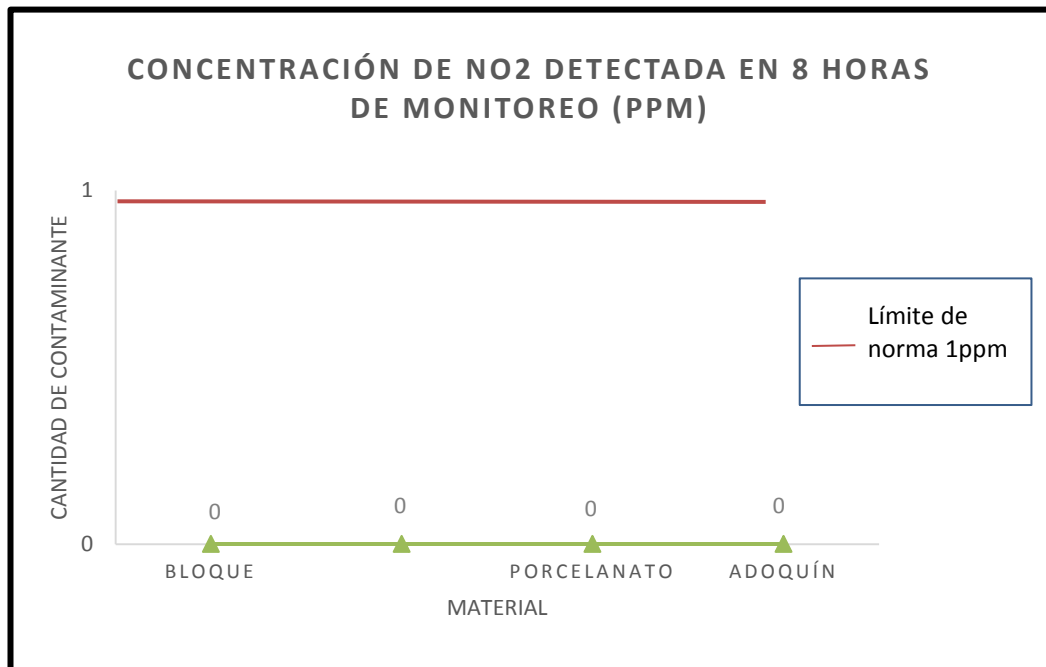
Norma de referencia: *NIOSH/OSHA Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, from National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) – Límite de concentración para exposición a Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

Tabla 4.23. Resultados de concentración a exposición de Dióxido de Nitrógeno (NO2)

NO2	ACTIVIDAD	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DETECTADA EN 8 HORAS DE MONITOREO	LÍMITE DE NORMA		OSERVACIÓN
				(ppm)	Exposición durante 8 horas (ppm)	Exposición durante 15 minutos (ppm)	
PUESTO 1	BLOQUE	19,93	61,63	0	(C 5 ppm OSHA PEL)	1 ppm NIOSH ST	CUMPLE
PUESTO 2	PORCELANATO	19,92	61,53	0			CUMPLE
PUESTO 3	ADOQUÍN	19,93	61,63	0			CUMPLE

Fuente: Laboratorio Camacho Cifuentes

Ilustración 4.31. Concentración de dióxido de nitrógeno detectada durante el monitoreo



Elaborado por: Elena Adriano

Norma de referencia: *ACGIH 2007, TVL (Valor Límite Umbral de Exposición para polvos de Material Particulado NO SOLUBLE - POLVO

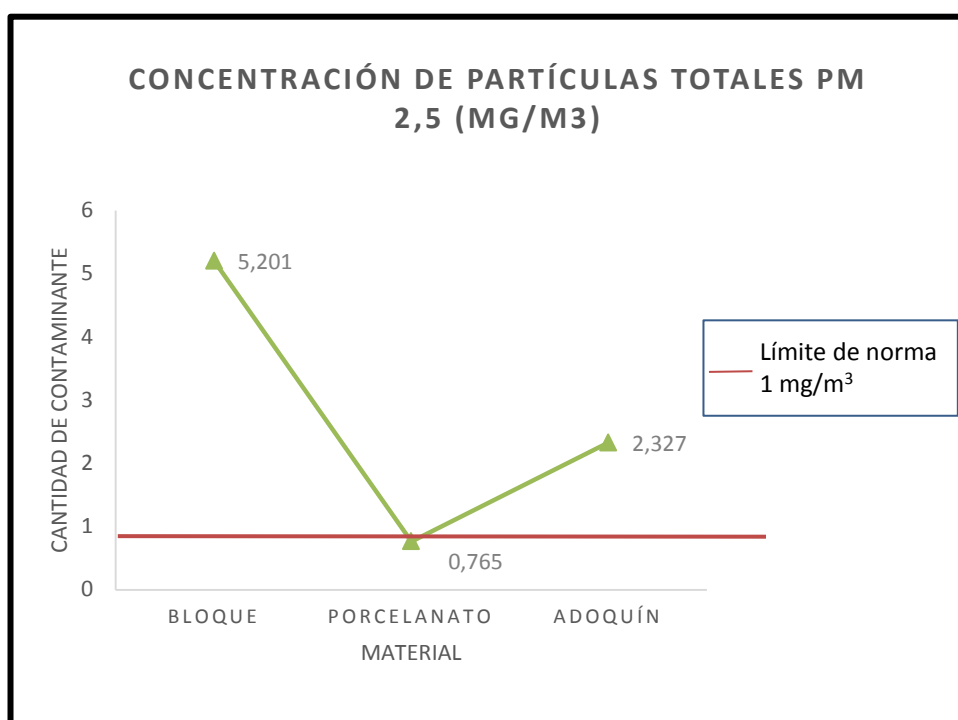
Parámetro: Material Particulado Respirable, Material Particulado de diámetro inferior a 2,5 micrones – PM2,5

Tabla 4.24. Resultados de concentración a exposición a Material Particulado (PM2,5)

PM2,5	ACTIVIDAD	CONDICIONES AMBIENTALES		CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES	LÍMITE DE NORMA	OSERVACIÓN
		TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	
PUESTO 1	BLOQUE	19,93	61,63	5,201	1	NO CUMPLE
PUESTO 2	PORCELANATO	19,92	61,53	0,765		CUMPLE
PUESTO 3	ADOQUÍN	19,93	61,63	2,327		NO CUMPLE

Fuente: Laboratorio Camacho Cifuentes

Ilustración 4.32. Concentración de material particulado PM 2,5 detectada durante el monitoreo



Elaborado por: Elena Adriano

Norma de referencia: *ACGIH 2007, TVL (Valor Límite Umbral de Exposición para polvos de Material Particulado NO SOLUBLE - POLVO

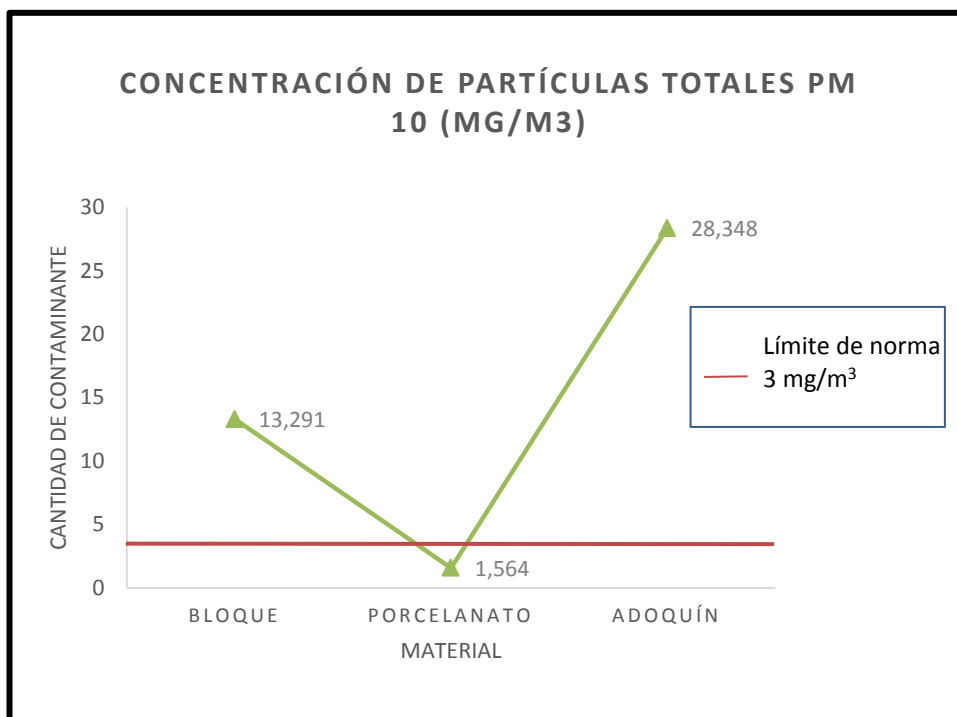
Parámetro: Material Particulado Respirable, Material Particulado de diámetro inferior a 10 micrones – PM10

Tabla 4.25. Resultados de concentración a exposición a Material Particulado (PM 10)

PM10	ACTIVIDAD	CONDICIONES AMBIENTALES		CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES	LÍMITE DE NORMA	OSERVACIÓN
		TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	
PUESTO 1	BLOQUE	19,93	61,63	13,291	3	NO CUMPLE
PUESTO 2	PORCELANATO	19,92	61,53	1,564		CUMPLE
PUESTO 3	ADOQUÍN	19,93	61,63	28,348		NO CUMPLE

Fuente: Laboratorio Camacho Cifuentes

Ilustración 4.33. Concentración de material particulado PM 10 detectada durante el monitoreo



Elaborado por: Elena Adriano

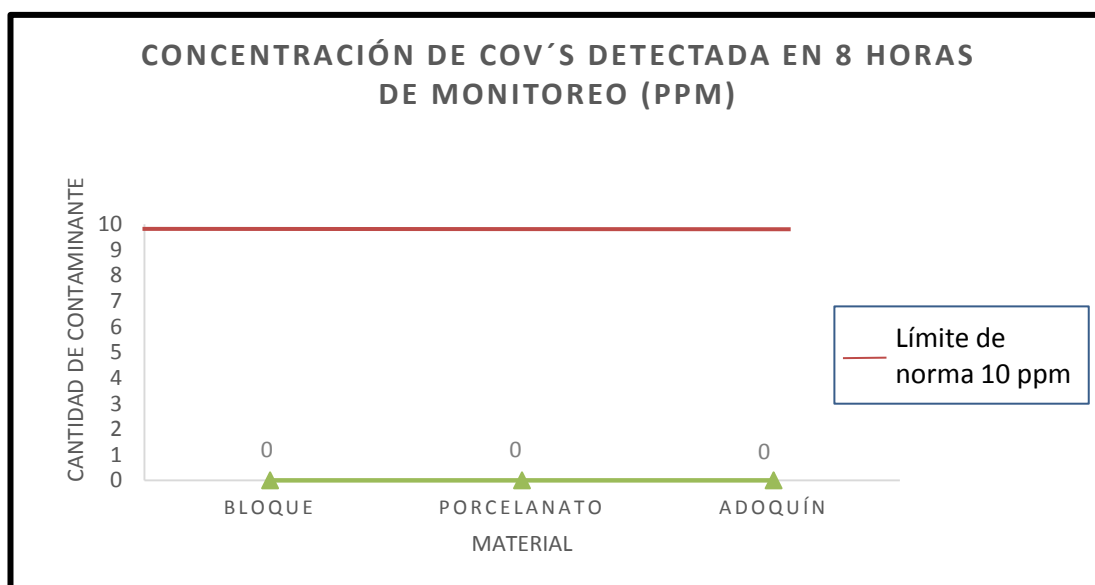
Norma de referencia: *NIOSH, Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (Aplicada en EEUU y a nivel internacional). Los límites máximos de COV's en la normativa internacional NIOSH son de 10 ppm para 8 horas y 25 ppm para 15 minutos.

Tabla 4.26. Resultados de concentración a exposición a Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's).

COV's	ACTIVIDAD	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DETECTADA EN 8 HORAS DE MONITOREO	LÍMITE DE NORMA		OSERVACIÓN
				(ppm)	Jornada de 8 horas de trabajo	15 min	
PUESTO 1	BLOQUE	19,93	61,63	0	10	25	CUMPLE
PUESTO 2	PORCELANATO	19,92	61,53	0			CUMPLE
PUESTO 3	ADOQUÍN	19,93	61,63	0			CUMPLE

Fuente: Laboratorio Camacho Cifuentes

Ilustración 4.34. Concentración de compuestos orgánicos volátiles detectada durante el monitoreo



Elaborado por: Elena Adriano

En el siguiente cuadro se indica un resumen de cada parámetro medido en los monitoreos ejecutados en los diferentes puestos de trabajo.

Tabla 4.27. Resumen de los resultados obtenidos de los monitoreos realizados

PUNTO DE MONITOREO	PM2,5 (mg/m3)	PM10 (mg/m3)	CO (ppm)	SO2 (ppm)	NO2 (ppm)	COV's (ppm)
Puesto 1 Corte de bloque	5,201	13,291	21,50	0,20	0,00	0,00
Puesto 2 Corte de porcelanato	0,765	1,564	10,00	0,05	0,00	0,00
Puesto 3 Corte de adoquín	2,327	28,348	9,50	0,05	0,00	0,00

Fuente: Laboratorio Camacho Cifuentes

Como se muestra en el cuadro de resumen, una vez realizada la comparación entre los datos obtenidos en el monitoreo de calidad del aire, mediante el uso del Analizador de gases EVM (enviromental monitor), y los datos establecidos en la normativa vigente para cada uno de los parámetros medidos, se puede establecer que existe CUMPLIMIENTO de la normativa en cuanto a gases: Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NOx), Dióxido de Azufre (SO2) y Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's), para los tres puestos de trabajo.

Para el caso de material particulado monitoreado PM2,5 y PM10, existe CUMPLIMIENTO de norma en los parámetros analizados para el puesto 2 de corte de porcelanato e INCUMPLIMIENTO para los puestos de trabajo 1 y 3 que son corte de bloque y adoquín.

Tomando en cuenta estos resultados se procedió a ejecutar otros monitoreos, pero esta vez únicamente de material particulado PM2,5 y PM10, que fueron aquellos cuyos resultados sobrepasaron los límites normales establecidos en la normativa. El monitoreo se desarrolló tomando en cuenta los mismos aspectos que en la caracterización anterior, tanto en distancias como en alturas, en cada uno de los puestos de trabajo, durante cinco horas continuas, los cinco días de la semana. A continuación se indican los resultados obtenidos y las respectivas comparaciones de los datos registrados en el analizador de gases con los datos establecidos en la normativa.

Puesto 1: Corte de bloque

Ilustración 4.35. Monitoreo de material particulado para corte de bloque



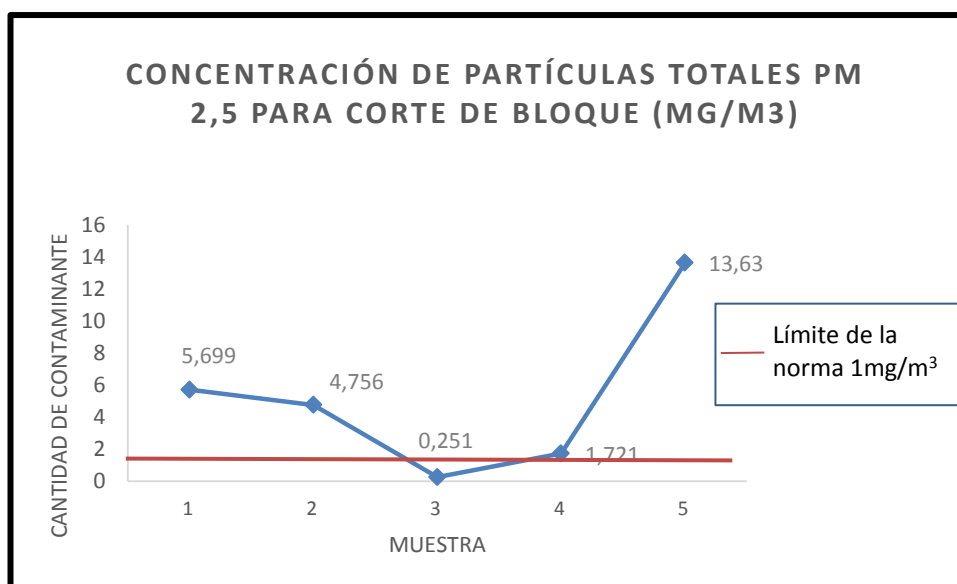
Elaborado por: Elena Adriano

Tabla 4.28. Datos obtenidos del monitoreo de PM_{2,5} para corte de bloque

# DE MUESTRA	ALTURA DEL EQUIPO DE MONITOREO (m)	DISTANCIA DE EQUIPO EN RELACIÓN A LA TAREA DE CORTE (m)	CONDICIONES AMBIENTALES		CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES	LÍMITE DE NORMA	OSERVACIÓN
			TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES (mg/m ³)	PARTÍCULAS TOTALES (mg/m ³)	
1	1,000	0,500	18,530	61,415	5,699	1	NO CUMPLE
2	1,000	1,500	18,530	61,415	4,756		NO CUMPLE
3	1,000	2,000	18,530	61,415	0,251		CUMPLE
4	1,500	0,500	18,530	61,415	1,721		NO CUMPLE
5	1,000	0,250	18,530	61,415	13,63		NO CUMPLE

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.36. Cantidad de material particulado PM 2,5 obtenido durante el monitoreo para corte de bloque



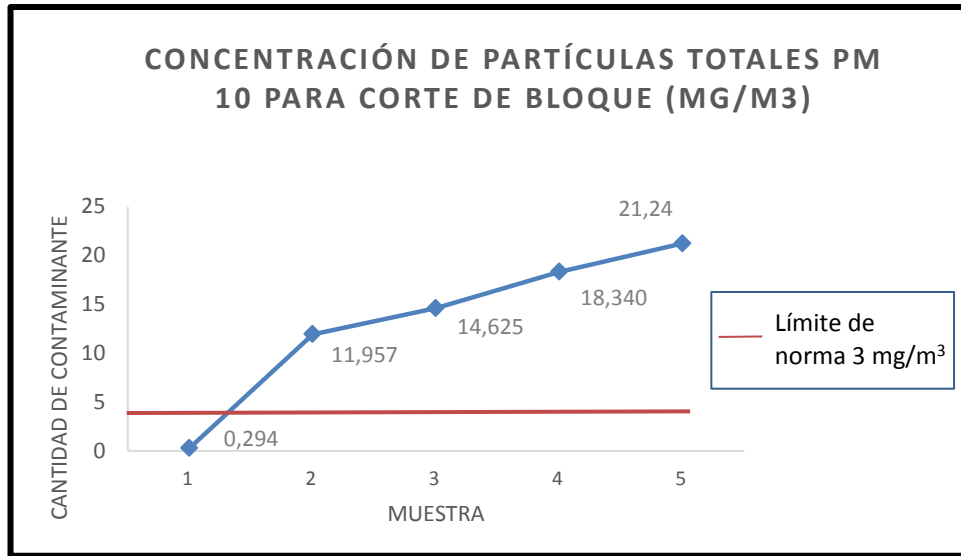
Elaborado por: Elena Adriano

Tabla 4.29. Datos obtenidos del monitoreo de PM₁₀ para corte de bloque

# DE MUESTRA	ALTURA DEL EQUIPO DE MONITOREO (m)	DISTANCIA DE EQUIPO EN RELACIÓN A LA TAREA DE CORTE (m)	CONDICIONES AMBIENTALES		CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES	LÍMITE DE NORMA	OSERVACIÓN
			TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES (mg/m ³)	PARTÍCULAS TOTALES (mg/m ³)	
1	1,000	0,500	18,530	61,410	0,294	3	CUMPLE
2	1,500	1,500	18,530	61,410	11,957		NO CUMPLE
3	1,000	2,000	18,530	61,410	14,625		NO CUMPLE
4	1,000	0,500	18,530	61,410	18,340		NO CUMPLE
5	1,000	0,250	18,530	61,410	21,24		NO CUMPLE

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.37. Cantidad de material particulado PM 10 obtenido durante el monitoreo para corte de bloque



Elaborado por: Elena Adriano

Puesto 2: Corte de porcelanato

Ilustración 4.38. Monitoreo de material particulado para corte de porcelanato



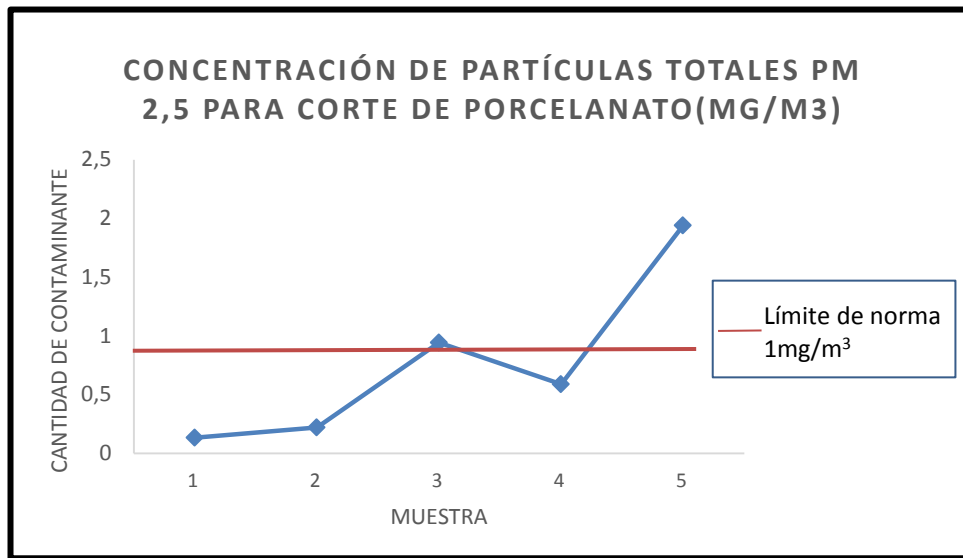
Elaborado por: Elena Adriano

Tabla 4.30. Datos obtenidos del monitoreo de PM_{2,5} para corte de porcelanato

# DE MUESTRA	ALTURA DEL EQUIPO DE MONITOREO (m)	DISTANCIA DE EQUIPO EN RELACIÓN A LA TAREA DE CORTE (m)	CONDICIONES AMBIENTALES		CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES	LÍMITE DE NORMA	OSERVACIÓN
			TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	
1	1,000	2,000	18,530	61,410	0,134	1	CUMPLE
2	1,000	2,000	18,530	61,410	0,220		CUMPLE
3	1,500	3,000	18,530	61,410	0,943		CUMPLE
4	1,000	3,000	18,530	61,410	0,588		CUMPLE
5	1,000	0,500	18,530	61,410	1,940		NO CUMPLE

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.39. Cantidad de material particulado PM 2,5 obtenido durante el monitoreo para corte de porcelanato



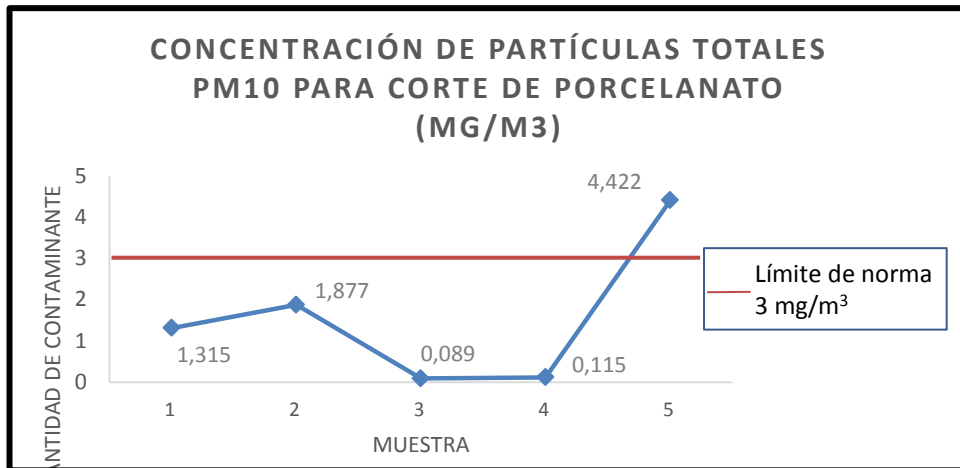
Elaborado por: Elena Adriano

Tabla 4.31. Datos obtenidos del monitoreo de PM10 para corte de porcelanato

# DE MUESTRA	ALTURA DEL EQUIPO DE MONITOREO (m)	DISTANCIA DE EQUIPO EN RELACIÓN A LA TAREA DE CORTE (m)	CONDICIONES AMBIENTALES		CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES	LÍMITE DE NORMA	OSERVACIÓN
			TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	
1	1,000	2,000	18,530	61,410	1,315	3	CUMPLE
2	1,000	2,000	18,530	61,410	1,877		CUMPLE
3	1,500	3,000	18,530	61,410	0,089		CUMPLE
4	1,000	3,000	18,530	61,410	0,115		CUMPLE
5	1,000	0,500	18,530	61,410	4,422		NO CUMPLE

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.40. Cantidad de material particulado PM 10 obtenido durante el monitoreo para corte de porcelanato



Elaborado por: Elena Adriano

Puesto 3: Corte de adoquín

Ilustración 4.41. Monitoreo de material particulado para corte de adoquín



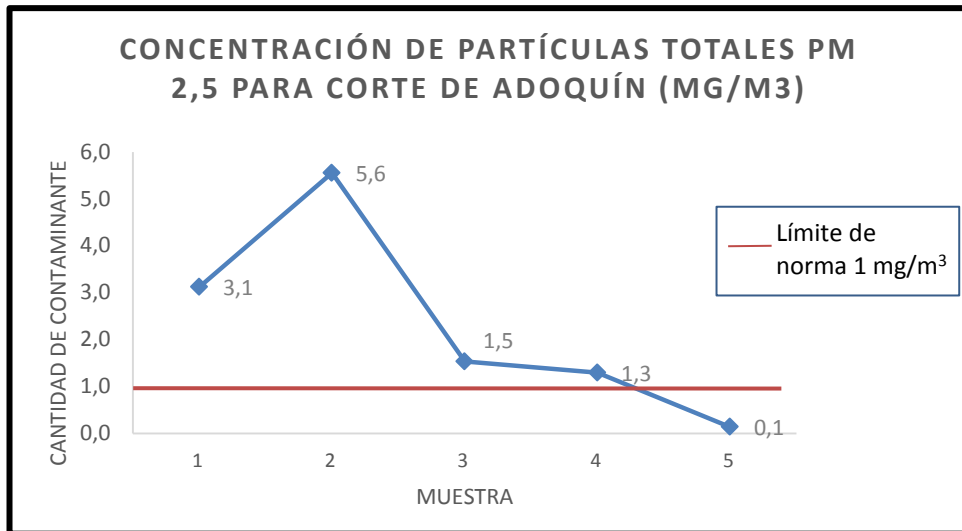
Elaborado por: Elena Adriano

Tabla 4.32. Datos obtenidos del monitoreo de PM2,5 para corte de adoquín

# DE MUESTRA	ALTURA DEL EQUIPO DE MONITOREO (m)	DISTANCIA DE EQUIPO EN RELACIÓN A LA TAREA DE CORTE (m)	CONDICIONES AMBIENTALES		CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES	LÍMITE DE NORMA	OBSERVACIÓN
			TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	
1	1,000	0,500	18,530	61,415	3,121	1	NO CUMPLE
2	1,000	1,000	18,530	61,415	5,553		NO CUMPLE
3	1,000	2,000	18,530	61,415	1,531		NO CUMPLE
4	1,000	3,000	18,530	61,415	1,294		NO CUMPLE
5	1,500	3,000	18,530	61,415	0,134		CUMPLE

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.42. Cantidad de material particulado PM 2,5 obtenido durante el monitoreo para corte de adoquín



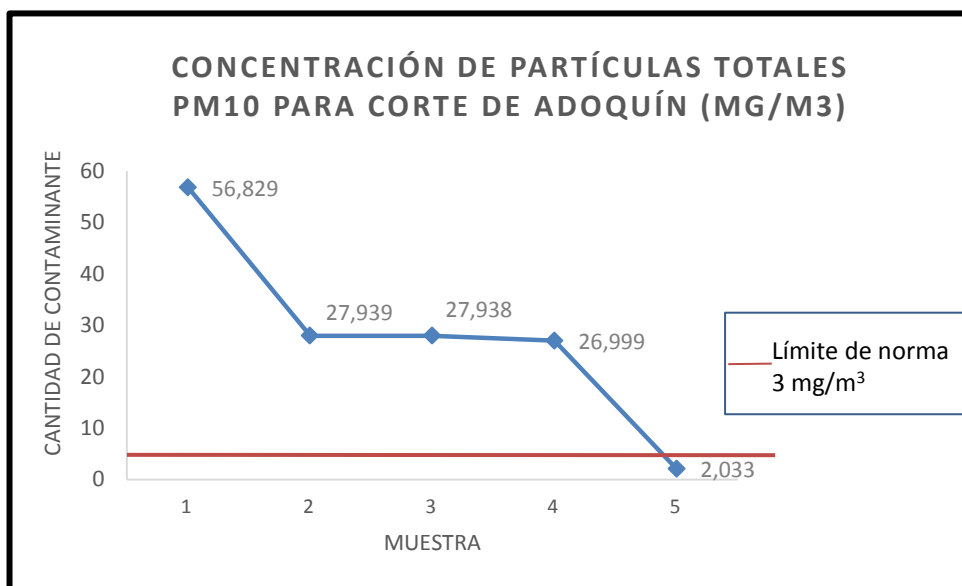
Elaborado por: Elena Adriano

Tabla 33. Datos obtenidos del monitoreo de PM10 para corte de adoquín

# DE MUESTRA	ALTURA DEL EQUIPO DE MONITOREO (m)	DISTANCIA DE EQUIPO EN RELACIÓN A LA TAREA DE CORTE (m)	CONDICIONES AMBIENTALES		CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES	LÍMITE DE NORMA	OSERVACIÓN
			TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	
1	1,000	0,500	18,530	61,410	56,829	3	NO CUMPLE
2	1,000	1,000	18,530	61,410	27,939		NO CUMPLE
3	1,000	2,000	18,530	61,410	27,938		NO CUMPLE
4	1,000	3,000	18,530	61,410	26,999		NO CUMPLE
5	1,500	3,000	18,530	61,410	2,033		CUMPLE

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.43. Cantidad de material particulado PM 10 obtenido durante el monitoreo para corte de adoquín



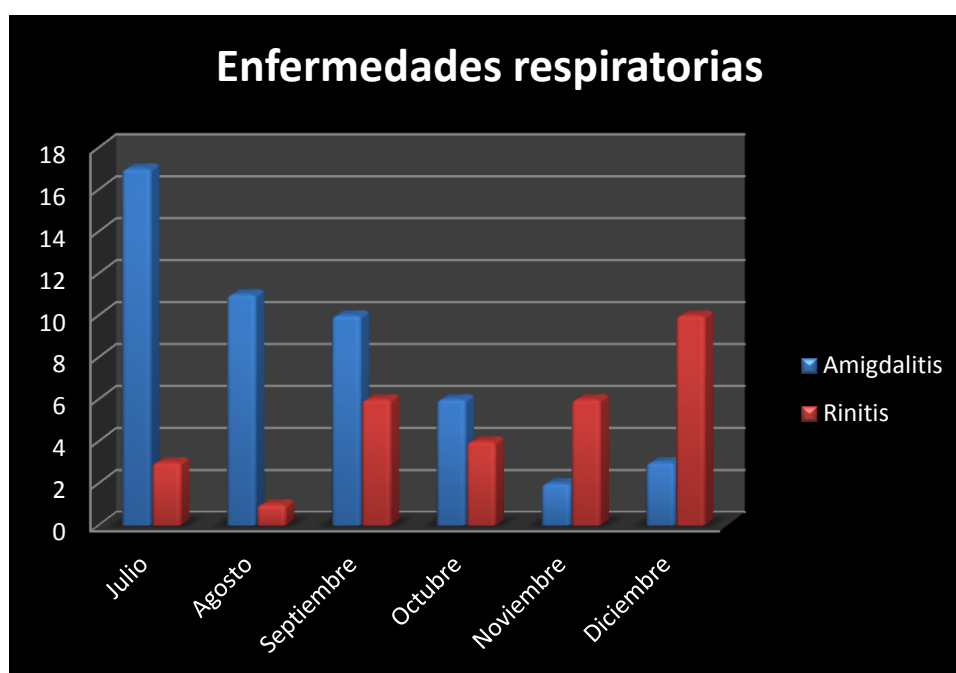
Elaborado por: Elena Adriano

Como se puede observar en cada una de las tablas, en donde se muestra el resumen de los resultados de los datos obtenidos en los monitoreos de material particulado PM2,5 y PM10, y los límites establecidos en la normativa, existe INCUMPLIMIENTO en los tres puestos de trabajo.

4.1.1.2. Enfermedades respiratorias generadas

De los seguimientos y controles médicos realizados a los trabajadores por el área de Salud Ocupacional, se puede establecer que principalmente se generan enfermedades como: Rinitis y Amigdalitis, tal y como se puede evidenciar en el siguiente gráfico:

Ilustración 4.44. Enfermedades respiratorias generadas en el Grupo Militar de Trabajo Ambato

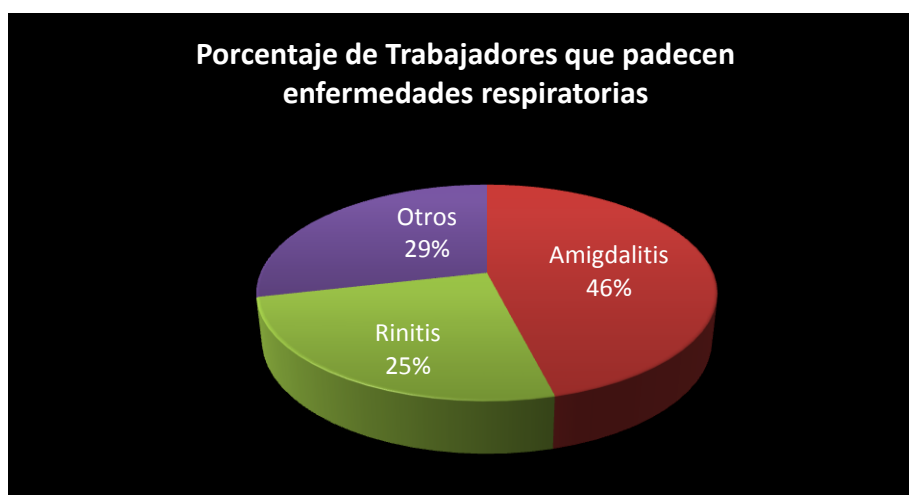


Fuente: Médico Ocupacional

Según el portal (Webconsultas, 2016), la amigdalitis es causada debido a la interacción de bacterias de estreptococos, las cuales provocan una inflamación de la amígdalas, mientras que la rinitis es un trastorno que afecta a la mucosa nasal y que produce estornudos, picazón, obstrucción, secreciones nasales y en ocasiones falta de olfato, todo esto debido a reacciones alérgicas por exposición a ácaros, polvos laborales o polen de algunas plantas (DMedicina.com, 2016).

El promedio mensual de trabajadores que padecen de estas enfermedades son 8 pacientes con amigdalitis (inflamación de las amígdalas, a causa de infecciones por virus) y 5 con rinitis (producto de reacciones alérgicas por exposición al polvo laboral), cabe mencionar que a estas labores no se dedican los 90 trabajadores, si no que se le encomienda a un solo grupo, este grupo está conformada por 10 personas, y tomando como referencia el número de personas enfermas, tendríamos un resultado del 46% del total de la cuadrilla que padece amigdalitis y el 25% rinitis, presentándose también problemas de ausentismos en los puestos de trabajo. En el siguiente gráfico se puede observar el porcentaje de trabajadores que padecen estas enfermedades:

Ilustración 4.45. Porcentaje de trabajadores que padecen de enfermedades respiratorias



Fuente: Médico Ocupacional

Una vez obtenidos estos datos es importante considerar alternativas de protección para los trabajadores, especialmente de aquellos que sufren enfermedades derivadas de la exposición al polvo (rinitis), puesto que se pueden derivar en enfermedades como: Rinosinusitis crónica y/o problemas pulmonares crónicos.

4.1.1.3. Matriz de riesgos laborales

La matriz de riesgos es un documento mediante el cual se puede identificar el número de trabajadores y los riesgos a los cuales se encuentran expuestos al realizar

sus actividades laborales diarias. A partir de esto los principales objetivos de presente acápite son:

Identificar, localizar los riesgos a los que se encuentran expuestos los trabajadores que realizan labores de corte de bloque, porcelanato y adoquín en la construcción del HRDA.

Elaborar la matriz de riesgos con la finalidad de prevenir accidentes laborales y/o enfermedades profesionales.

Establecer el número de trabajadores que se encuentran expuestos a los diferentes riesgos generados a partir de la emisión de material particulado producto del corte de bloque, adoquín y porcelanato.

Ilustración 4.47. Matriz de Gestión Preventiva


GESTIÓN PREVENTIVA				
FACTORES DE RIESGO PRIORIZADOS	FUENTE acciones de sustitución y control en el sitio de generación	MEDIO DE TRANSMISIÓN acciones de control y protección interpuestas entre la fuente generadora y el trabajador	TRABAJADOR mecanismos para evitar el contacto del factor de riesgo con el trabajador, EPPs, adiestramiento, capacitación	COMPLEMENTO apoyo a la gestión: señalización, información, comunicación, investigación
Manejo de herramienta cortante durante el corte de material	Colocación de guarda de seguridad	Inspecciones de seguridad	Uso de guantes y gafas, capacitación del uso adecuado de amoladoras	Señalética de obligación de uso de EPP
Depósito y acumulación de polvo durante el corte de material	Colocación de un equipo de extracción de polvo	Abrir ventanales y/o puertas, realizar esta actividad en lugares abiertos	Uso de gafas y mascarillas	Señalética de obligación de uso de EPP
Polvo inorgánico mineral (polvo) durante el corte de material	Colocación de un equipo de extracción de polvo	Abrir ventanales y/o puertas, realizar esta actividad en lugares abiertos	Uso de gafas y mascarillas	Señalética de obligación de uso de EPP
Presencia de ruido durante el corte de material	Mantenimiento de amoladora	Abrir ventanales y/o puertas, realizar esta actividad en lugares abiertos	Uso de orejeras o tapones	Señalética de obligación de uso de EPP
Ventilación insuficiente durante el corte de material	Definir un área abierta para la ejecución de esta actividad	Abrir ventanales y/o puertas	Uso de mascarillas y gafas	Señalética de obligación de uso de EPP
Maquinaria desprotegida durante el corte de material	Colocación de guarda de seguridad	Inspecciones de seguridad	Uso de guantes y gafas, capacitación del uso adecuado de amoladoras	Señalética de obligación de uso de EPP
Caída de objetos en manipulación durante la actividad de corte de material	Definir un área cercana al trabajo a ejecutar	Tener todos los materiales cerca al lugar de ejecución de la actividad	Uso de EPP, capacitación en caso de accidentes	Señalética de obligación de uso de EPP
Posición forzada durante la actividad de corte de material	Usar una mesa de trabajo	Revisiones periódicas médicas	Pausas activas	
Temperatura elevada durante la actividad de corte de material	Realizar las tareas en áreas que tengan cubierta	Inspecciones de seguridad	Hidratación	
Temperatura baja durante la actividad de corte de material	Realizar las tareas en sitios adecuados	Inspecciones de seguridad	Uso de ropa de trabajo adecuada	
Espacio físico reducido durante la actividad de corte de material	Realizar las tareas en espacios abiertos	Inspecciones de seguridad	Uso de EPP	Señalética de obligación de uso de EPP
Desorden durante la actividad de corte de material	Ordenar el área de trabajo	Inspecciones de seguridad	Capacitación de orden y limpieza	
Maquinaria desprotegida durante el corte de material	Colocación de guarda de seguridad	Inspecciones de seguridad	Uso de EPP	Señalética de obligación de uso de EPP
Trabajo en espacios confinados	Realizar las tareas en espacios abiertos	Inspecciones de seguridad	Uso de EPP	Señalética de obligación de uso de EPP
Emissiones producidas por el uso de la amoladora	Colocación de un equipo de extracción de polvo	Abrir ventanales y/o puertas, realizar esta actividad en lugares abiertos	Uso de gafas y mascarillas	Señalética de obligación de uso de EPP
Consumo de alimentos no garantizados	Sugerir a los trabajadores no consumir alimentos que se comercializan alrededor del hospital	Inspecciones de seguridad	Capacitación	Información en cartelera
Movimiento corporal repetitivo	Rotación del personal	Inspecciones de seguridad	Pausas activas	
Trabajo monótono	Rotación del personal	Inspecciones de seguridad	Pausas activas	
Déficit de comunicación	Comunicación del trabajo a realizar	Inspecciones de seguridad	Capacitaciones	
Inadecuada supervisión	Supervisión constante	Inspecciones de seguridad		
Sistema eléctrico defectuoso	Mantenimiento y correcciones del sistema eléctrico	Inspecciones de seguridad	Capacitaciones, uso de EPP	
Ubicación en zonas con riesgos de desastres	Aplicación del Plan de Emergencia y Contingencia		Capacitaciones en caso de emergencias, simulacro de emergencia	Plano de rutas de evacuación y puntos de encuentro

Elaborado por: Elena Adriano

4.1.1.4. Matriz de control operativo

A continuación se muestra la matriz de control operativo, misma que indica la interacción de los resultados obtenidos del monitoreo y las medidas para reducir los riesgos.

Ilustración 4.48. Matriz de Control Operativo

		SISTEMA INTEGRADO DE GESTION							Código: UZF 1230 Versión: 01	
CONTROL OPERATIVO DE PARÁMETROS AMBIENTALES (MEDIDAS PREVENTIVAS)										
MEDICIÓN	FECHA	AREA DE MEDICIÓN	RESULTADO	NORMATIVA	LÍMITE PERMISIBLE	FUENTE	RECEPTOR	OBSERVACIONES		
MONITOREO MATERIAL PARTICULADO PM10 Y PM2,5	Ago-15	MORGUE (CORTE DE BLOQUE)	PM10: 13.291 ppm	ACGIH 2007 (TLV) Valor límite umbral de exposición para polvos de material particulado NO SOLUBLE - POLVO	3 ppm	Amoladora	Uso de mascarillas y gafas durante la presencia de polvo	Instalación de un equipo extractor de polvo	NO CUMPLE CON LA NORMATIVA	
			PM2,5: 5.201 ppm	ACGIH 2007 (TLV) Valor límite umbral de exposición para polvos de material particulado NO SOLUBLE - POLVO	1 ppm	Amoladora	Uso de mascarillas y gafas durante la presencia de polvo	Instalación de un equipo extractor de polvo	NO CUMPLE CON LA NORMATIVA	
MONITOREO MATERIAL PARTICULADO PM10 Y PM2,5	Ago-15	MORGUE (CORTE DE PORCELANATO)	PM10: 1.564 ppm	ACGIH 2007 (TLV) Valor límite umbral de exposición para polvos de material particulado NO SOLUBLE - POLVO	3 ppm	Amoladora	Uso de mascarillas y gafas durante la presencia de polvo		CUMPLE CON LA NORMATIVA	
			PM2,5: 0.765 ppm	ACGIH 2007 (TLV) Valor límite umbral de exposición para polvos de material particulado NO SOLUBLE - POLVO	1 ppm	Amoladora	Uso de mascarillas y gafas durante la presencia de polvo		CUMPLE CON LA NORMATIVA	
MONITOREO MATERIAL PARTICULADO PM10 Y PM2,5	Ago-15	MORGUE (CORTE DE ADOQUÍN)	PM10: 28.348 ppm	ACGIH 2007 (TLV) Valor límite umbral de exposición para polvos de material particulado NO SOLUBLE - POLVO	3 ppm	Amoladora	Uso de mascarillas y gafas durante la presencia de polvo	Instalación de un equipo extractor de polvo	NO CUMPLE CON LA NORMATIVA	
			PM2,5: 2.327 ppm	ACGIH 2007 (TLV) Valor límite umbral de exposición para polvos de material particulado NO SOLUBLE - POLVO	1 ppm	Amoladora	Uso de mascarillas y gafas durante la presencia de polvo	Instalación de un equipo extractor de polvo	NO CUMPLE CON LA NORMATIVA	
Norma de referencia:		ACGIH 2007 (TLV) Valor límite umbral de exposición para polvos de material particulado NO SOLUBLE - POLVO								
Parámetros:		Material particulado RESPIRABLE, Material Particulado de diámetro inferior a 2.5 micrones - PM 2.5								
		Material particulado RESPIRABLE, Material Particulado de diámetro inferior a 10 micrones - PM 10								

Elaborado por: Elena Adriano

4.1.2. Diseño y selección del equipo de extracción de material particulado

Una vez que se ha determinado la necesidad de implementar un sistema que extraiga el material que se genera producto del corte de adoquín, bloque y adoquín, se procede a realizar los respectivos cálculos, dimensionamientos y análisis, mismos que son necesarios para fundamentar la propuesta de instalar el equipo.

A continuación se detallan los procesos a seguir para calcular el sistema de extracción, puesto que es necesario conocer información técnica que respalde el diseño propuesto:

4.1.2.1. Cálculo del flujo volumétrico de extracción de aire contaminado

Es importante conocer el volumen de aire a transportar, para dimensionar los componentes del sistema, mismo que se puede calcular conociendo el peso de material a ser capturado con una carga de sólidos-aire en fase diluida $R=0,5\%$

Ecuación 1. Cálculo de flujo volumétrico

$$R = \frac{m_p}{m_f}$$

Fuente: (Nivelo Juan y Ugalde Juan, 2011)

Donde,

m_p : Flujo másico de partículas a extraer

m_f : Flujo másico de aire a extraer

El flujo másico a extraer se calcula del promedio de los datos obtenidos del peso de material (polvo) que cae al piso al momento del corte: Para ello se procedió a recoger el polvo y pesarlo durante cinco días.

Tabla 4.34. Pesos obtenidos de las muestras en estudio recolectadas.

Muestra	Cantidad (kg/día)
1	1,5

2	1
3	2
4	1,2
5	0,75
Peso Promedio	4,06

Elaborado por: Elena Adriano

Una vez obtenido el peso promedio del material que cae al momento del corte, es necesario calcular el peso teórico del polvo generado producto del corte, para ello es necesario también tomar en cuenta que por más que se haya controlado la recolección del polvo, siempre van a existir pérdidas ya sea por el mismo equipo de corte (amoladora), paredes del área en donde se realiza la actividad o por el viento; para ello se ha definido un porcentaje de pérdidas del 15%, esto de acuerdo a otros estudios. (Nivelo Juan y Ugalde Juan, 2011)

Ecuación 4.2. Cálculo del peso teórico promedio

$$Promedio_{teórico} = Peso_{promedio} * \% \text{ de pérdida Aproximado}$$

Fuente: (Nivelo Juan y Ugalde Juan, 2011)

Donde,

Promedio_{teórico}: Peso teórico de la muestra

Promedio_{promedio}: Peso promedio obtenido del resultado de las muestras en estudio

% de pérdida Aproximado: Porcentaje de pérdida por accesorios

$$Promedio_{teórico} = \frac{4,06kg}{día} * 1,15$$

$$Promedio_{teórico} = 4,67kg/día$$

El flujo másico a extraer por cada hora es:

$$m_p = 0,19kg/h$$

Para conocer el caudal necesario para transportar el polvo hacia el sistema de extracción es necesario despejar la siguiente ecuación:

Ecuación 4.3. Cálculo de flujo volumétrico a extraer

$$R = \frac{m_p}{m_f}$$

Fuente: (Nivelo Juan y Ugalde Juan, 2011)

Donde,

R : Volumen de aire a transportar, $R=0,5\%$

m_p : Flujo másico de partículas a extraer

m_f : Flujo másico de aire a extraer

$$R = \frac{m_p}{\rho_f * Q_f}$$

$$Q_f = \frac{m_p}{\rho_f * R}$$

$$Q_f = \frac{0,19 \frac{kg}{h}}{1,204 \frac{kg}{m^3} * \frac{0,5}{100}}$$

$$Q_f = 31,56 m^3/h$$

En el cálculo anterior se puede evidenciar el caudal necesario para transportar el material particulado hacia el sistema de extracción.

4.1.2.2. Cálculos y partes del sistema de extracción de material particulado

El equipo de extracción de material particulado está compuesto por: 1 cámara extractora, 1 ducto y una cámara que permite la filtración del aire contaminado; cabe mencionar que sus partes y su dimensión se encuentran en base a la herramienta a la cual se la va a adaptar, en este caso la amoladora.

4.1.2.2.1. Cámara extractora

Esta cámara se encuentra formada por un ventilador, el cual se compone de dos rotores inversos de centrífuga abierto, ubicados en la parte anterior y posterior del disco de corte, los mismos que para su funcionamiento utilizan el método del oficio

equivalente (orificio imaginario a través del cual el aire circula por el conducto, debido a la diferencia de presiones que existe en los dos lados de la placa). Esta cámara está construida de acero inoxidable.

Para el cálculo de la campana extractora se utilizará la fórmula que se muestra a continuación:

Ecuación 4. Cálculo del caudal de aire contaminante

$$Q \frac{m^3}{h} = 3600 \cdot 10 \cdot d^2 + S \cdot V_a$$

Fuente: (Nivelo Juan y Ugalde Juan, 2011)

Donde,

Q: Caudal de la cámara

d: Distancia de la cámara a la fuente contaminante

S: Selección final de la cámara (m²)

Va: Velocidad de captura de material en la cámara (m/s)

Para reducir costos durante la construcción del equipo y para brindarle una mejor comodidad al trabajador por el peso de este, se ha considerado utilizar la guarda de seguridad de la amoladora como cámara extractora, para lo cual se añadió más acero de tal manera que se tape la mayor parte del disco, por lo tanto la distancia de la fuente contaminante (disco) hacia la cámara es de 0,02m.

El valor de la velocidad del contaminante se puede encontrar en la siguiente tabla, la cual varía de acuerdo a las características del contaminante y a los factores de dimensionamiento.

Tabla 4.35. Velocidad en conductos según contaminantes

VARIOS	V_c
Todos los vapores y gases	9 a 10
Polvos semillas, yute o goma	10
Soldadura eléctrica	10 a 13

Hilachas de algodón, harina de gramíneas y de madera, polvos de litografía	13 a 15
Serrín de madera	15
Polvo metálico de rectificado	16
Finos de goma, hilachas de yute, polvo de algodón, de jabón y bakelita, virutas ligeras de madera y cuero	15 a 20
Polvo de amolado, de yute, lana, granito, corte prod. Cerámicos y barro de arcilla, de fundición y envasado prod. Textiles, granos de café, harina de sílice, viruta fina metálica	18 a 20
Polvo pesado de aserrado, torneado metálico, vibrado y volcado en fundición, proyección de arena, cubitos de madera, polvos de plomo con partículas, de cemento, de asbesto en el cortado de conductos, desperdicios pegajosos de lino, polvos de cal viva y finos de carbón	25 y más

Fuente: (Soler y Palau, 2006)

De acuerdo a esta tabla la velocidad V_c del contaminante es de 18 a 20 m/s, posteriormente este valor se relaciona con la siguiente tabla, para obtener el valor de V_a .

Tabla 4.36. Velocidad de captación de la campana según contaminantes

TIPO DE TRABAJO	m/s	
	V_a	V_c
Gases o vapores	0,25 a 0,5	12
Gases soldadura	0,5 a 1	15
Caldera de vapor	0,75	10
Estufa barnizado	1 a 1,25	8
Taladrado o cortado	2	22

Fuente: (Soler y Palau, 2006)

De acuerdo al tipo de trabajo se establece que el valor de V_a es de: 1,17 m/s

Con estos datos se procede a calcular el caudal de aire contaminante que ingresará a la cámara extractora:

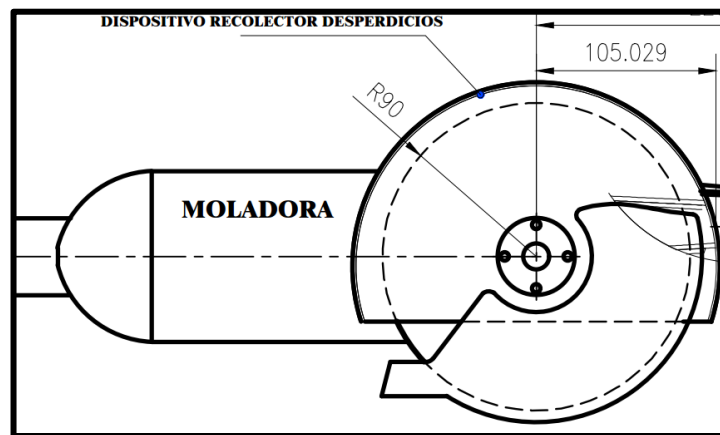
$$Q \frac{m^3}{h} = 3600 \cdot 10 \cdot d^2 + S \cdot V_a$$

$$Q \frac{m^3}{h} = 3600 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 10^{-4} + (0.2 \cdot 0,04 \text{ m}^2) \cdot 1,17 \text{ m/s}$$

$$Q = 50.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Este caudal calculado es el caudal que la cámara extractora está en la capacidad de extraer, sin embargo hay que considerar las pérdidas que se generan debido a las condiciones de lugar en trabajo, en el que influye en especial la velocidad del viento.

Ilustración 4.49. Cámara extractora de polvo.



Elaborado por: Elena Adriano

4.1.2.2.2. Ducto

Una vez que el aire compuesto por material en suspensión ingresa a la cámara, este pasa hacia un ducto plástico (tubería corrugada), permitiendo el paso al filtro que se encuentra en la cámara de salida.

Para dimensionar el conducto es necesario calcular su área y la velocidad del tramo, las cuales se pueden establecer mediante:

Ecuación 4.5. Cálculo del área del conducto

$$A_i = \frac{Q_i}{v_i}$$

Fuente: (Soler y Palau, 2006)

Donde,

A_i : Área del conducto

D_i : Diámetro del conducto

v_i : Velocidad para el tramo

$$A_i = \frac{Q_i}{v_i}$$

$$A_i = \frac{31,56m^3/h}{18m/s}$$

$$A_i = \frac{0,011m^3/s}{18m/s}$$

$$A_i = 4,87 \times 10^{-04} m^2$$

Con ello se determina el diámetro de la tubería, misma que debe ser coherente a los diámetros de las tuberías existentes en el mercado. Para el caso de este sistema debido a la comodidad que se requiere brindar al trabajador se ha escogido usar una tubería plástica corrugada.

Ecuación 4.6. Cálculo del diámetro de la tubería

$$D_i = \frac{\sqrt{4 * A_i}}{\pi}$$

Fuente: (Soler y Palau, 2006)

Dónde,

D_i : Diámetro de la tubería

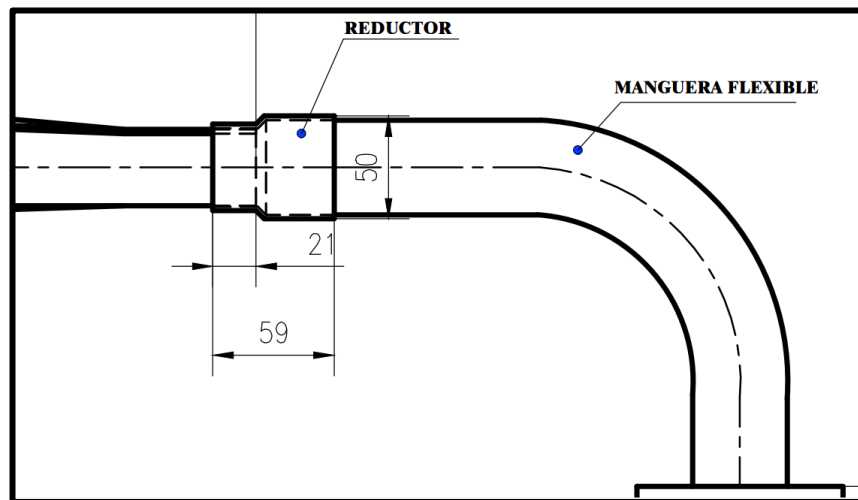
A_i : Área del conducto

$$D_i = \frac{\sqrt{4 * 4,87 \times 10^{-04} m^2}}{\pi}$$

$$D_i = 0,025m$$

Para determinar la longitud de la tubería se ha considerado la distancia entre el equipo (amoladora más cámara de recolección) y el trabajador, debido a que esta estará sujeta a su cinturón; entonces se tiene una longitud de: 1 metro.

Ilustración 4.50. Ducto transportador de aire contaminado. Fuente: Autor



Elaborado por: Elena Adriano

4.1.2.2.1. Cálculo del factor de fricción

Es necesario considerar las pérdidas que se producen debido a los accesorios y al tipo de tubería, para lo cual se usa la ecuación de Darcy Weisbach

Ecuación 4.7. Cálculo de la pérdida de carga por fricción

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Fuente: Darcy Weisbach

Donde,

h_f : Pérdida de carga debido a la fricción

f : Factor de Darcy

L : Longitud de la tubería

D : Diámetro de la tubería

V : Velocidad media del fluido

g : Aceleración de la gravedad $9,8 \text{ m/s}^2$

El factor f es adimensional y este varía de acuerdo a las características de la tubería y del fluido, mismo que se calcula con la siguiente fórmula de Karmann-Prandtl para flujo turbulento rugoso:

Ecuación 4.8. Cálculo del factor de Darcy para régimen turbulento y rugosidad absoluta

$$f = -2 * \text{Log}\left(\frac{\varepsilon_r}{3,7}\right)$$

Fuente: Darcy Weisbach

Donde,

ε_r : Rugosidad absoluta

Este dato se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 4.37. Rugosidad absoluta de materiales

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES			
Material	ε (mm)	Material	ε (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015	Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01	Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024	Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015	Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024	Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024	Madera	0,18-0,90
Fundición centrifugada	0,003	Hormigón	0,3-3,0

Fuente: (Hidráulica, 2006)

$$f = -2 * \text{Log}\left(\frac{\varepsilon_r}{3,7}\right)$$

$$f = -2 * \text{Log}\left(\frac{0,0015}{3,7}\right)$$

$$f = 6,78$$

A partir de este dato se puede calcular las pérdidas:

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

$$h_f = 6,78 * \frac{1m}{0,025m} * \frac{(1,17m/s)^2}{(2 * 9,8 \frac{m}{s^2})}$$

$$h_f = 6,78 * 40 * \frac{(1,17m/s)^2}{(19,6 \frac{m}{s^2})}$$

$$h_f = 6,78 * 40 * 0,06m$$

$$h_f = 16,2m$$

4.1.2.2.3. Colector de polvo

El aire contaminado que ingresó al filtro sale a través de esta cámara convertido en aire limpio, mientras que las partículas en suspensión se quedan impregnadas y almacenadas en el filtro. El colector de polvo está diseñado en base a papel, esto de acuerdo a la Tabla 1 Características de operación de equipos. Fuente: (Woodard, 1998), en la que señala el tipo de filtro a utilizar de acuerdo al tamaño de la partícula a filtrar. Para calcular las dimensiones del colector de polvo, se siguen los siguientes pasos:

Datos de entrada del filtro:

$$D_e = 0,04m$$

D_e : diámetro de entrada al filtro

Se calcula el área de entrada A_e :

Ecuación 4.9. Cálculo del área de entrada al colector

$$A_e = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Fuente: (Woodard, 1998)

Donde,

A_e : Área de entrada al colector

D^2 : Diámetro de la entrada al colector

$$A_e = \frac{\pi * 0,04m^2}{4}$$

$$A_e = 0,031m^2$$

$$A_e = 3,1cm^2$$

Se calcula el caudal de entrada Q_e :

Ecuación 4.10. Cálculo del caudal de entrada al colector

$$Q_e = V_e * A_e$$

Fuente: (Woodard, 1998)

Donde,

Q_e : Caudal de entrada al colector

V_e : Velocidad de entrada

A_e : Área de entrada al colector

$$Q_e = 1,17m/s * 0,031m^2$$

$$Q_e = 0,04m^3/s$$

A continuación se calcula el área lateral de la manga del colector:

Ecuación 4.11. Cálculo del área lateral del colector

$$A_{MANGA} = \pi * D_{MANGA} * L_{MANGA}$$

Fuente: (Woodard, 1998)

Donde,

A_{MANGA} : Área de la manga del colector

D_{MANGA} : Diámetro de la manga del colector

L_{MANGA} : Longitud de la manga del colector

$$A_{MANGA} = \pi * 0,04m * 0,42m$$

$$A_{MANGA} = 0,05m^2$$

Finalmente se calcula la velocidad de filtración V_f :

Ecuación 4.12. Cálculo de la velocidad de filtración

$$V_f = \frac{Q_e}{A_{MANGA}}$$

Fuente: (Woodard, 1998)

Donde,

V_f : Velocidad de filtración

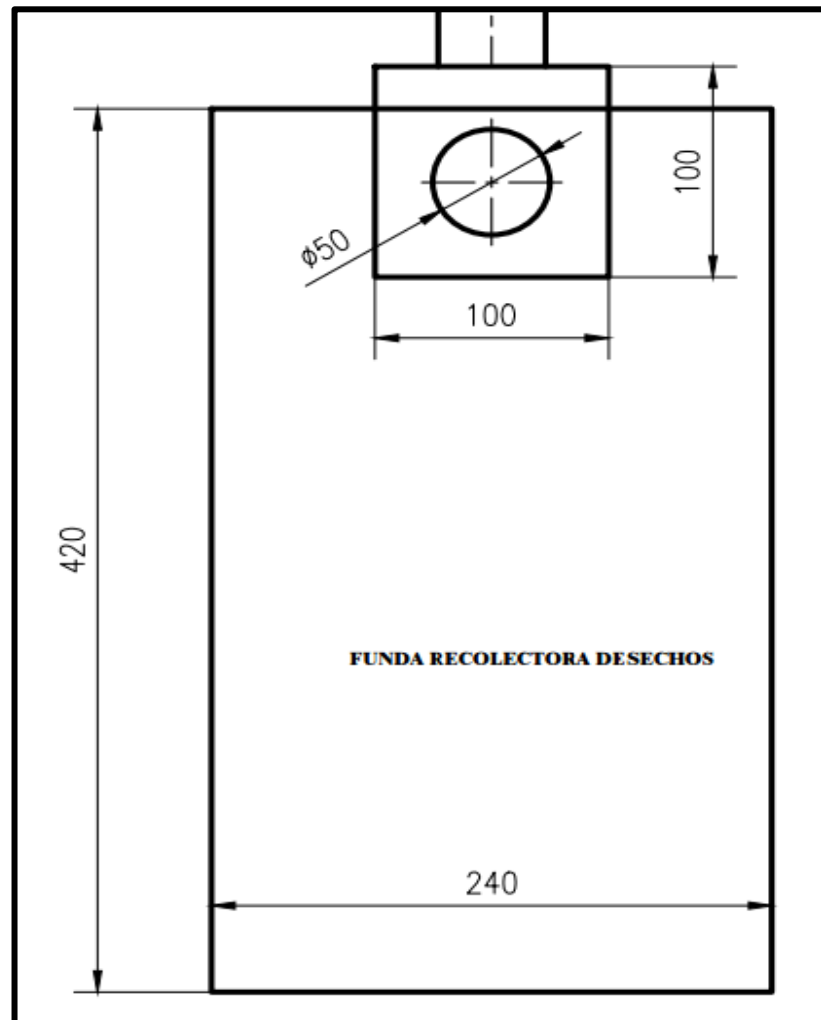
Q_e : Caudal de entrada al colector

A_{MANGA} : Área de la manga del colector

$$V_f = \frac{0,04m^3/s}{0,05m^2}$$

$$V_f = 0,8m/s$$

Ilustración 4.51. Colector de polvo

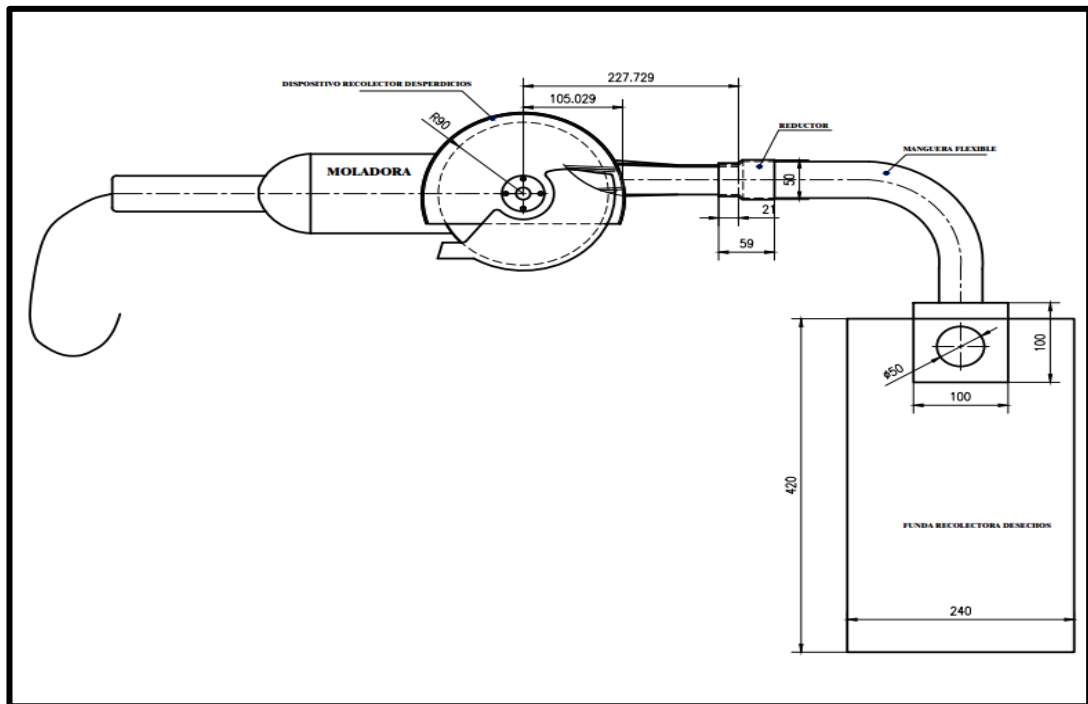


Elaborado por: Elena Adriano

4.1.2.3. Diseño del sistema de extracción de material particulado

A continuación se presenta el boceto del equipo utilizado para extraer el material particulado, producto del corte de material mediante el uso de la amoladora, una vez que se ha realizado los cálculos correspondientes:

Ilustración 52. Diseño del equipo extractor de material particulado. Fuente: Autor



Elaborado por: Elena Adriano

En el anexo 3.2 se presenta el plano con las especificaciones técnicas y los materiales usados para construir el equipo.

4.1.2.4. Materiales utilizados y costos necesarios para la construcción del sistema de extracción de material particulado

En la siguiente tabla se detallan los materiales utilizados para la construcción del equipo de extracción, así como también el costo del mismo:

Tabla 4.38. Materiales usados para construir el equipo y costo de los mismos

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	COSTO (\$)
1	M	Láminas de acero galvanizado de 2mm de espesor	15,8
1	M	Acero A3 estructural de 2mm de espesor	10,2
1	M	Tubería plástica corrugada	9,6
1	Unidad	Funda de papel filtrante	5,0

1	Unidad	Funda de tela filtrante	5,0
1	unidad	Sevicio de construcción de equipo	50,0
		Accesorios (tornillos, tuercas, reducción)	5,0
TOTAL			100,6

Fuente: (INEC, 2016)

4.1.2.5. Equipo de protección personal a usar

Una vez instalado el sistema de extracción de material particulado en la amoladora, es necesario la utilización de los equipos de protección adecuados para la tarea, esto con la finalidad de reducir al máximo los riesgos derivados de la actividad de corte.

Los equipos a usar son:

Casco de seguridad clase B.- Están diseñados para conductores de voltaje medio (hasta 2200 voltios), brindan seguridad contra golpes de cráneo. Estos pueden sustituirse cada tres años sin embargo si sufrió una caída o golpe fuerte debe ser cambiando inmediatamente.

Ilustración 4.53. Casco de seguridad (Scharlab, 2012)



Fuente: (Scharlab, 2012)

Mascarilla de media cara.- Su objetivo es proteger al trabajador de condiciones extremas de demoliciones, cortes y lijados; la válvula que se encuentra en esta reduce el calor y la humedad, facilitando la respiración.

Ilustración 4.54. Mascarilla de media cara.



Fuente: (Scharlab, 2012)

Filtros de cartucho 3M 6001.- Protege al sistema respiratorio de ciertos vapores orgánicos y materiales particulados. Estos filtros pueden ser usados para mascarillas de cara completa y/o de media cara.

Ilustración 4.55. Filtros respiratorios



Fuente: (Induspro Expres, 2015)

Gafas de seguridad oscuras.- Ofrecen una cobertura completa de los ojos del trabajador, son ideales cuando los ojos del trabajado necesitan protección contra fragmentos o partículas presentes en el aire. Al ser oscuras pueden ser usados para trabajos en exteriores.

Ilustración 4.56. Gafas de seguridad oscuras



Fuente: (Chicago Web Designed, 2006)

Protectores faciales.- Son ideales para actividades de corte, ya que protegen toda la cara del material emitido, es importante tomar en cuenta que hay que descartar su uso una vez que compruebe que están rayadas, ya que alteran la visibilidad.

Ilustración 4.57. Protector facial.



Fuente: (Netluis, 2009)

Guantes de carnaza.- Estos guantes están diseñados y elaborados para trabajos de uso automotriz, metal mecánica, construcción y usos en general, protege al trabajador de posibles cortes.

Ilustración 4.58. Guantes de carnaza



Fuente: (Impermexa, 2010)

Orejeras.- Brindan una protección efectiva para aquellos trabajadores que realizan actividades que demanden grandes niveles de ruido, es decir superen los 85 dB(A), durante 8 horas.

Ilustración 4.59. Protectores de ruido



Fuente: (Induspro Expres, 2015)

Zapatos de seguridad tipo 2.- Debido a los riesgos a los que los trabajadores del sector de la construcción se encuentran expuestos, y para el caso de los trabajadores en estudio se recomienda el uso de zapatos punta de acero, esto debido a los posibles golpes que se pueden desarrollar durante el trabajo. Es importante considerar que los siguientes aspectos para hacer cambios o reposiciones de estos, cuando: exista rotura o deformación de la punta, grietas o alteraciones en la estructura del calzado.

Ilustración 4.60. Calzado de seguridad tipo 2



Fuente: (Chicago Web Designed, 2006)

En la siguiente tabla se muestra el costo de cada uno de los equipos de protección personal recomendados a usar durante las actividades de corte, así como también el tiempo estimado para que se efectúe el cambio o reposición de estos.

4.1.2.5.1. Análisis del costo y la durabilidad de los equipos de protección personal con y sin sistema de extracción

En la siguiente tabla se realiza un análisis de la durabilidad de los equipos de protección personal con y sin implantación del sistema de extracción a la amoladora; y con ello se establece el costo que el patrono debe emplear anualmente para la reposición de estos equipos.

Tabla 4.39. Análisis costo-beneficio de la implementación del sistema de extracción

EPP	Costo unitario (\$)	SIN EQUIPO		CON EQUIPO	
		Durabilidad (mes)	Costo anual (\$)	Durabilidad (mes)	Costo anual (\$)
Mascarilla media cara	20	6	40	12	20
Filtro para mascarilla	5,85	0,5	140,4	2	35,1
Protectores auditivos	26,22	12	26,22	12	26,22
Protector facial	77,43	12	77,43	12	77,43
Mica para protector	42,82	3	171,28	5	85,64
Gafas oscuras	3,55	1	42,6	2	21,3
Guantes de carnaza	1,71	0,5	41,04	0,5	41,04
COSTO TOTAL			538,97		306,73

Elaborado por: Elena Adriano

Como se puede evidenciar los costos para la reposición de los equipos de protección personal disminuyen notablemente, ya que al implementar el sistema de extracción a la amoladora su durabilidad aumenta.

4.1.2.6. Monitoreo de calidad del aire posterior a la implantación del equipo

Una vez instalado el equipo extractor a la amoladora, se procedió a realizar los monitoreos correspondientes, con la finalidad de asegurar el correcto funcionamiento del equipo, es decir que al momento en que se empieza a cortar bloque, adoquín o porcelanato con la amoladora, esta emita al ambiente la menor cantidad posible de material particulado (la generación de material particulado debe estar dentro de los límites permisibles, establecidos en la normativa vigente).

El monitoreo se realizó tomando en consideración los mismos aspectos señalados en el acápite 4.1.1.1, tanto en distancias, alturas de ubicación del equipo de medición, puntos de muestreo y puestos de trabajo, durante cinco días, en un lapso de seis horas laborables. El equipo para el monitoreo fue el mismo que se usó en la medición inicial, es decir un Analizador de gases EVM.

Ilustración 4.61. Analizador de gases EVM (Environmental Monitor)



Elaborado por: Elena Adriano

4.1.2.6.1. Monitoreo de material particulado PM₁₀

A continuación se indican las tablas con los datos obtenidos una vez realizado el mencionado monitoreo.

Norma de referencia: *ACGIH 2007, TVL (Valor Límite Umbral de Exposición para polvos de Material Particulado NO SOLUBLE - POLVO

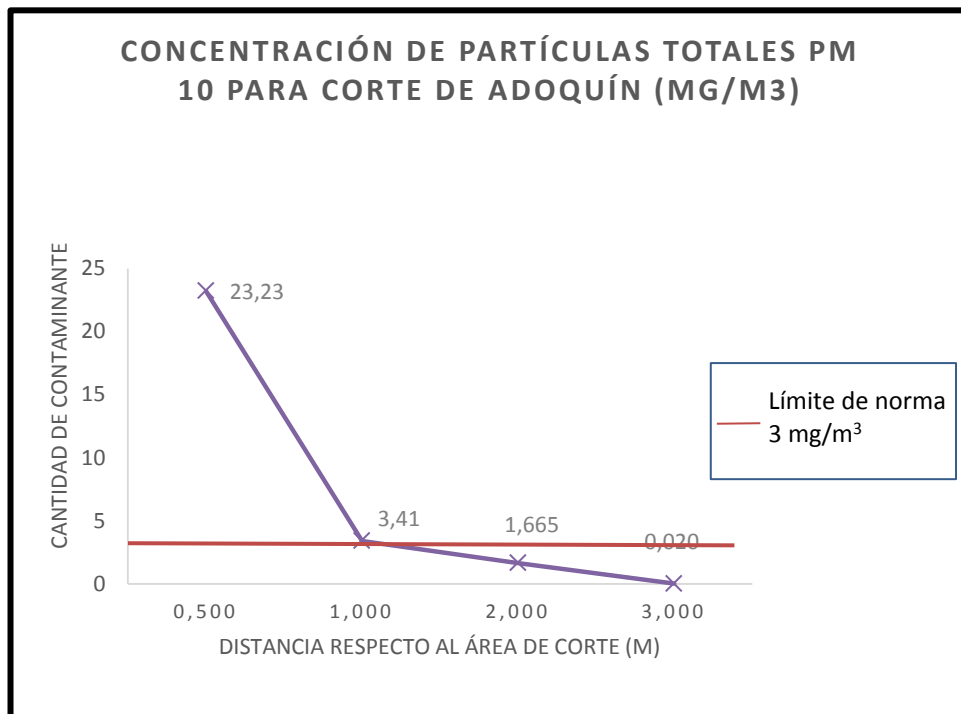
Parámetro: Material Particulado Respirable, Material Particulado de diámetro inferior a 10 micrones – PM₁₀

Tabla 4.40. Monitoreo de material particulado PM10 para corte de adoquín

# DE MUESTRA	ALTURA DEL EQUIPO DE MONITOREO (m)	DISTANCIA DE EQUIPO EN RELACIÓN A LA TAREA DE CORTE (m)	CONDICIONES AMBIENTALES		CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES	LÍMITE DE NORMA	OSERVACIÓN
			TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	
1	1,000	0,500	17,930	60,342	23,23	3	NO CUMPLE
2	1,000	1,000	18,021	60,423	3,41		NO CUMPLE
3	1,000	2,000	17,024	60,340	1,665		CUMPLE
4	1,000	3,000	17,053	60,371	0,020		CUMPLE
5	1,500	3,000	17,247	60,340	0,015		CUMPLE

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.62. Cantidad de material particulado PM 10 obtenido durante el monitoreo para corte de adoquín



Elaborado por: Elena Adriano

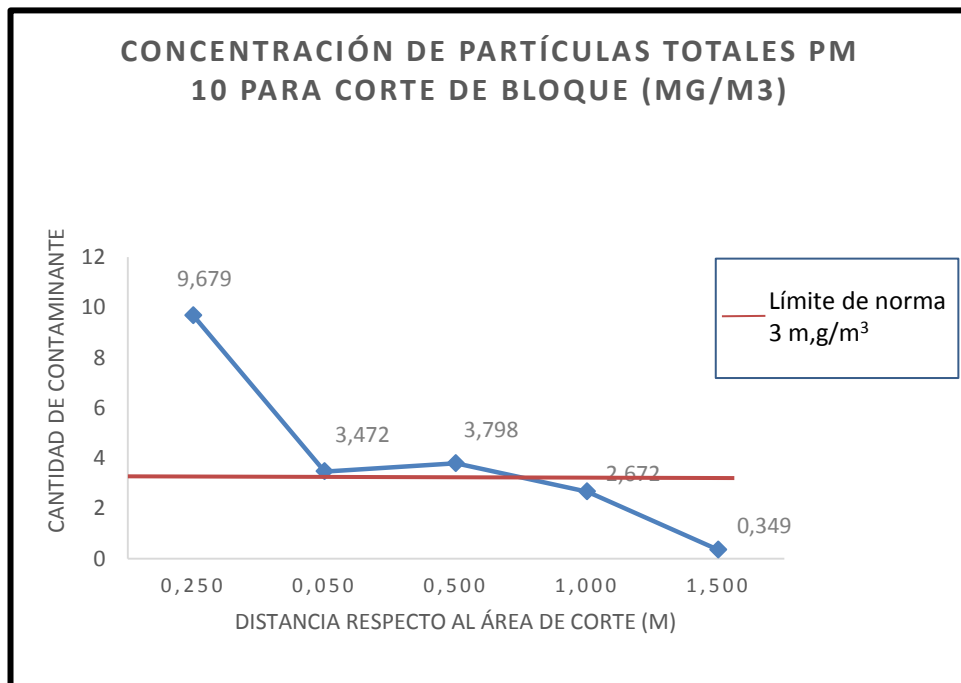
Los resultados indican que para distancias de 0.5 a 1 metro a una altura de 1 metro la generación de material particulado sobrepasa los límites permisibles, no obstante a partir de una distancia de 1 metro y una altura de 1 metro se cumple con la normativa vigente.

Tabla 4.41. Monitoreo de material particulado PM10 para corte de bloque

# DE MUESTRA	ALTURA DEL EQUIPO DE MONITOREO (m)	DISTANCIA DE EQUIPO EN RELACIÓN A LA TAREA DE CORTE (m)	CONDICIONES AMBIENTALES		CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES	LÍMITE DE NORMA	OSERVACIÓN
			TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	
1	1,000	0,500	17,930	60,342	3,472	3	NO CUMPLE
2	1,000	1,500	18,021	60,423	0,349		CUMPLE
3	1,000	1,000	17,024	60,340	2,672		CUMPLE
4	1,500	0,500	17,053	60,371	3,798		NO CUMPLE
5	1,000	0,250	17,247	60,340	9,679		NO CUMPLE

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.63. Cantidad de material particulado PM 10 obtenido durante el monitoreo para corte de bloque



Elaborado por: Elena Adriano

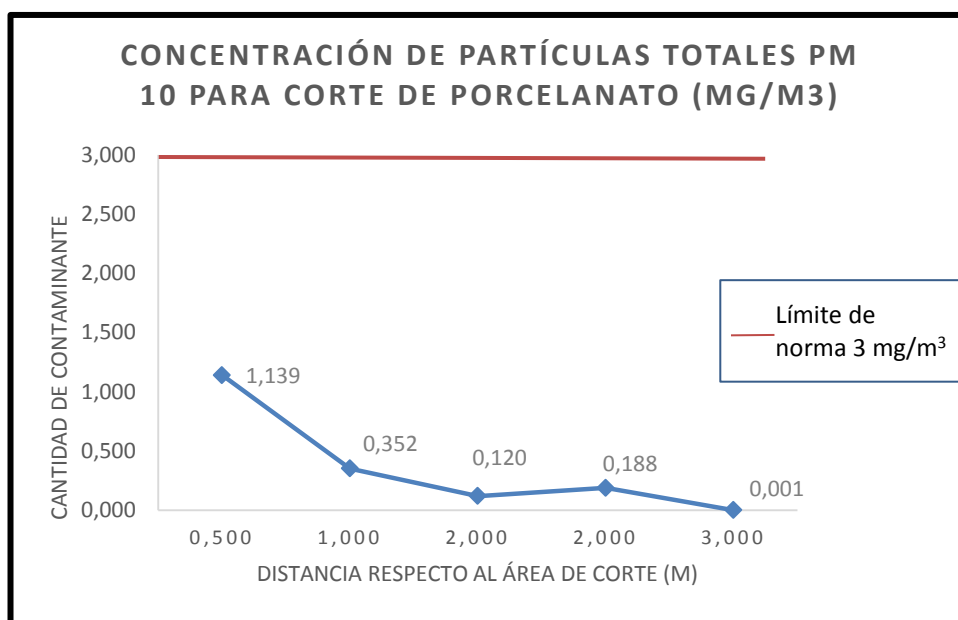
Los resultados indican que para distancias de 0.250 a 0,50 metros a una altura de 1 metro la generación de material particulado sobrepasa los límites permisibles, no obstante a partir de una distancia de 1 metro y una altura de 1 metro se cumple con la normativa vigente.

Tabla 4.42. Monitoreo de material particulado PM10 para corte de porcelanato

# DE MUESTRA	ALTURA DEL EQUIPO DE MONITOREO (m)	DISTANCIA DE EQUIPO EN RELACIÓN A LA TAREA DE CORTE (m)	CONDICIONES AMBIENTALES		CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES	LÍMITE DE NORMA	OSERVACIÓN
			TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	
1	1,500	2,000	17,930	60,342	0,188	3	CUMPLE
2	1,000	1,000	18,021	60,423	0,352		CUMPLE
3	1,000	2,000	17,024	60,340	0,120		CUMPLE
4	1,000	3,000	17,053	60,371	0,001		CUMPLE
5	1,000	0,500	17,247	60,340	1,139		CUMPLE

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.64. Cantidad de material particulado PM 10 obtenido durante el monitoreo para corte de porcelanato



Elaborado por: Elena Adriano

En los resultados se puede observar que al implementar el equipo extractor para corte de porcelanato, se cumple con la normativa vigente.

4.1.2.6.2. Monitoreo de material particulado PM_{2,5}

Norma de referencia: *ACGIH 2007, TVL (Valor Límite Umbral de Exposición para polvos de Material Particulado NO SOLUBLE - POLVO

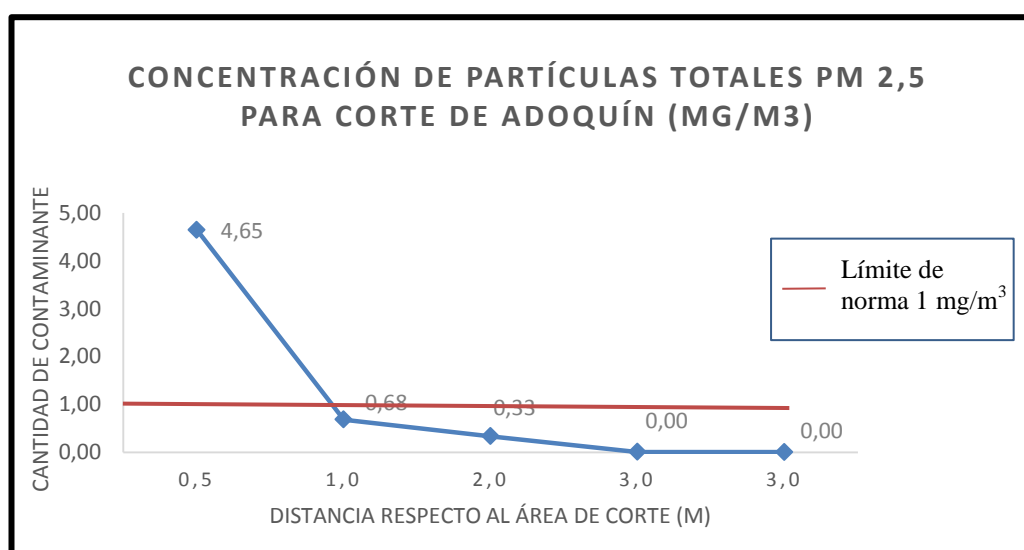
Parámetro: Material Particulado Respirable, Material Particulado de diámetro inferior a 2,5 micrones – PM_{2,5}

Tabla 4.43. Monitoreo de material particulado PM_{2,5} para corte de adoquín

# DE MUESTRA	ALTURA DEL EQUIPO DE MONITOREO (m)	DISTANCIA DE EQUIPO EN RELACIÓN A LA TAREA DE CORTE (m)	CONDICIONES AMBIENTALES		CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES	LÍMITE DE NORMA	OSERVACIÓN
			TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES (mg/m ³)	PARTÍCULAS TOTALES (mg/m ³)	
1	1,000	0,500	17,930	60,342	4,646	1	NO CUMPLE
2	1,000	1,000	18,021	60,423	0,682		CUMPLE
3	1,000	2,000	17,024	60,340	0,333		CUMPLE
4	1,000	3,000	17,053	60,371	0,004		CUMPLE
5	1,500	3,000	17,247	60,340	0,003		CUMPLE

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.65. Cantidad de material particulado PM 2,5 obtenido durante el monitoreo para corte de adoquín



Elaborado por: Elena Adriano

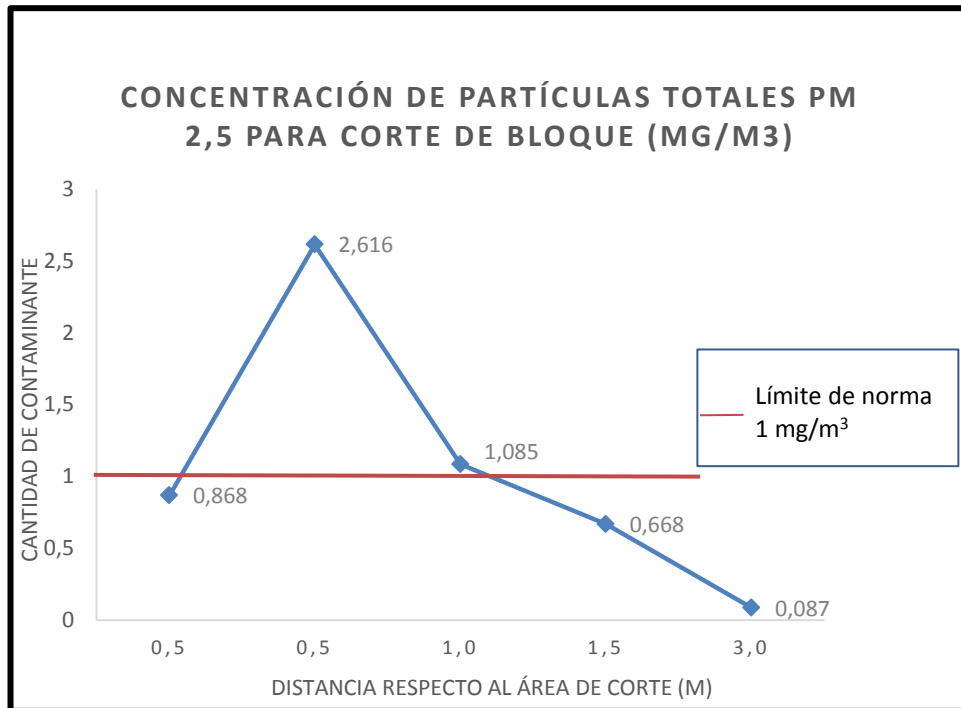
Los resultados indican que para una distancia de 0.5 a una altura de 1 metro la generación de material particulado sobrepasa los límites permisibles, no obstante a partir de una distancia de 1 metro y una altura de 1 metro se cumple con la normativa vigente.

Tabla 4.44. Monitoreo de material particulado PM_{2,5} para corte de bloque

# DE MUESTRA	ALTURA DEL EQUIPO DE MONITOREO (m)	DISTANCIA DE EQUIPO EN RELACIÓN A LA TAREA DE CORTE (m)	CONDICIONES AMBIENTALES		CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES	LÍMITE DE NORMA	OSERVACIÓN
			TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES (mg/m ³)	PARTÍCULAS TOTALES (mg/m ³)	
1	1,500	0,500	17,930	60,342	0,868	1	CUMPLE
2	1,000	1,500	18,021	60,423	0,668		CUMPLE
3	1,000	1,000	17,024	60,340	1,085		NO CUMPLE
4	1,000	0,500	17,053	60,371	2,616		NO CUMPLE
5	1,000	3,000	17,247	60,340	0,087		CUMPLE

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.66. Cantidad de material particulado PM 2,5 obtenido durante el monitoreo para corte de bloque



Elaborado por: Elena Adriano

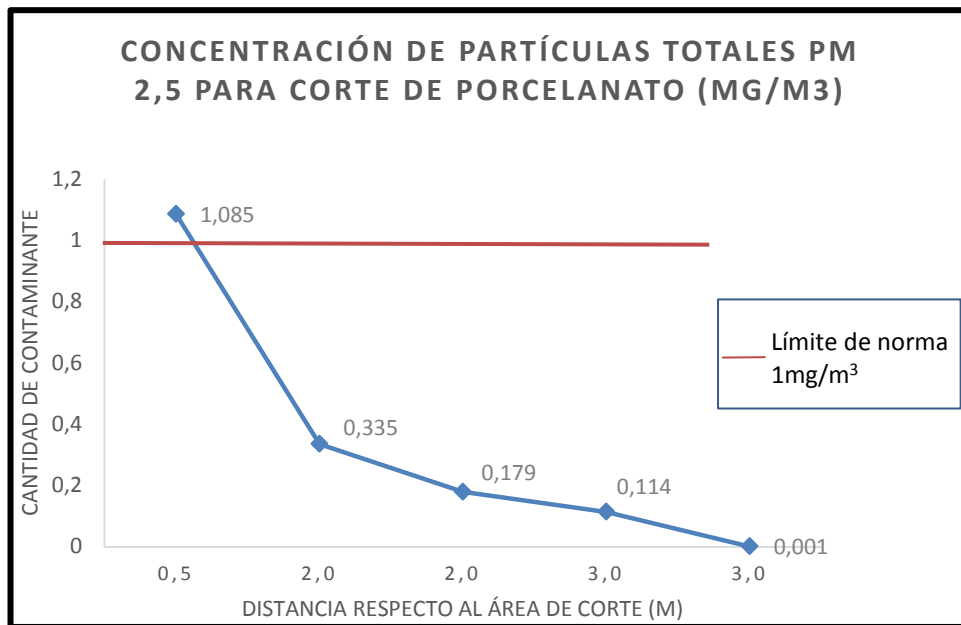
Los resultados indican que para distancias de 0.5 a 1 metro a una altura de 1 metro la generación de material particulado sobrepasa los límites permisibles, no obstante a partir de una distancia de 0,5 metro y una altura de 1 metro se cumple con la normativa vigente.

Tabla 4.45. Monitoreo de material particulado PM2,5 para corte de porcelanato.

# DE MUESTRA	ALTURA DEL EQUIPO DE MONITOREO (m)	DISTANCIA DE EQUIPO EN RELACIÓN A LA TAREA DE CORTE (m)	CONDICIONES AMBIENTALES		CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES	LÍMITE DE NORMA	OSERVACIÓN
			TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	PARTÍCULAS TOTALES (mg/m3)	
1	1,000	2,000	17,930	60,342	0,179	1	CUMPLE
2	1,500	2,000	18,021	60,423	0,335		CUMPLE
3	1,000	3,000	17,024	60,340	0,114		CUMPLE
4	1,000	3,000	17,053	60,371	0,001		CUMPLE
5	1,000	0,500	17,247	60,340	1,085		NO CUMPLE

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.67. Cantidad de material particulado PM 2,5 obtenido durante el monitoreo para corte de porcelanato



Elaborado por: Elena Adriano

Los resultados indican que para una distancia de 0.5 metros a una altura de 1 metro la generación de material particulado sobrepasa los límites permisibles, no obstante a partir de una distancia de 2 metros y una altura de 1 metro se cumple con la normativa vigente.

4.1.3. Manual de operación y mantenimiento del equipo de extracción de material particulado

a. Introducción

Actualmente se conoce que el material particulado ya sea de origen natural o antrópico (producto de las diferentes actividades que realiza el hombre), produce daños en la salud de las personas, principalmente en el aparato respiratorio, ya que mientras más pequeño sea el material aspirado, mayor será la penetración de estos, llegando incluso hasta los alvéolos pulmonares.

El equipo se ha diseñado y elaborado para extraer el material particulado producto del corte de materiales como el porcelanato, bloque y adoquín, mismo que debe ser

adaptado a la amoladora, previo el inicio de las actividades de corte, en condiciones de apagado total de la herramienta.

Debido a lo mencionado anteriormente es importante el uso de este equipo, extractor durante las actividades de corte, ya que disminuye en el ambiente el material particulado generado y por ende reduce riesgos laborales en los trabajadores que usan las amoladoras.

Adicionalmente es importante mencionar que para una óptima eficiencia del equipo de extracción, se deben realizar los mantenimientos adecuados del equipo, evitando así su desgaste.

b. Descripción del equipo

Equipo extractor de material particulado está compuesto por:

- **Cámara extractora.-** Esta cámara se encuentra formada por un ventilador, el cual se compone de dos rotores inversos de centrífuga abierto, ubicados en la parte anterior y posterior del disco de corte, los mismos que para su funcionamiento utilizan el método del oficio equivalente (orificio imaginario a través del cual el aire circula por el conducto, debido a la diferencia de presiones que existe en los dos lados de la placa). Esta cámara está construida de acero inoxidable.

Ilustración 4.68. Cámara extractora



Elaborado por: Elena Adriano

- **Ducto.-** Una vez que el aire compuesto por material en suspensión ingresa a la cámara, este pasa hacia un ducto plástico (tubería corrugada), permitiendo el paso al filtro que se encuentra en la cámara de salida.

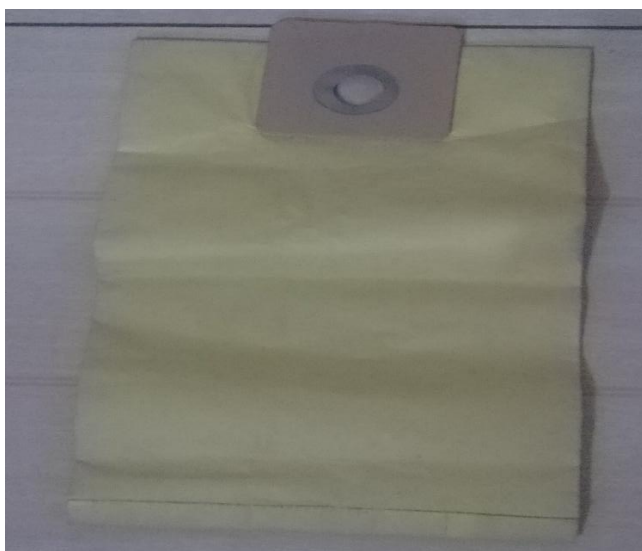
Ilustración 4.69. Ducto transportador de aire contaminado



Elaborado por: Elena Adriano

- **Colector de polvo.-** El aire contaminado que ingresó al filtro sale a través de esta cámara convertido en aire limpio, mientras que las partículas en suspensión se quedan impregnadas y almacenadas en el filtro. El colector de polvo está diseñado en base a papel, esto de acuerdo a la Tabla 1 Características de operación de equipos. Fuente: (Woodard, 1998), en la que señala el tipo de filtro a utilizar de acuerdo al tamaño de la partícula a filtrar.

Ilustración 4.70. Colector de polvo



Elaborado por: Elena Adriano

c. Instrucciones de funcionamiento

A continuación se describen los pasos a seguir para el uso adecuado del equipo:

- Antes de colocar el equipo en la herramienta, asegúrese que esta se encuentre totalmente apagada.
- Asegúrese que el equipo extractor se encuentre correctamente instalado.
- Compruebe que el disco sea apropiado para la tarea indicada y este correctamente instalado
- Retire las herramientas de ajuste o llaves de la pieza giratoria antes de conectar la herramienta, ya que puede provocar lesiones al encenderla.
- Adopte una posición adecuada, es decir apóyese firmemente sobre el suelo y conserve el equilibrio durante todo el período en que realice la tarea.

d. Seguridad

El equipo extractor no es un elemento eléctrico, sin embargo opera acoplado a una herramienta eléctrica (amoladora), por lo que para su uso se debe tomar en consideración lo siguiente:

- Los trabajos a ejecutarse deben ser ejecutados en áreas limpias y ordenadas.
- No utilizarlo junto a entornos que representen peligro de explosión, es decir que junto a estos se encuentren materiales líquidos o inflamables.

- Mantenerlo fuera del alcance de los niños
- No exponga la herramienta a lluvias y evite que penetren líquidos en su interior
- No use el cable eléctrico de la amoladora para sujetar el equipo de extracción de material particulado, ya que estos se destruyen y los cables eléctricos dañados o enredados pueden provocar descargas eléctricas.
- Utilice los equipos de protección personal adecuados para la tarea, esto es: Gafas, mascarilla, orejeras o tapones, casco, guantes, zapatos y ropa de trabajo.
- No use joyas y mantenga su cabello, ropa, guantes lejos de las partes móviles, ya que estos pueden enredarse en las partes móviles del equipo.

e. **Mantenimiento**

- Mantenga siempre limpios los componentes del sistema de extracción (campana de extracción y captación, ducto, la tela filtrante y la bolsa de almacenamiento).
- Retire el polvo y la suciedad con un paño húmedo limpio y una brocha, esto para el caso de la campana de extracción y el ducto.
- Para el caso de la bolsa de almacenamiento compuesta por el filtro, primero deseche el material particulado almacenado en una escombrera temporal y posteriormente lave con agua y detergente para eliminar todas las impurezas, finalmente deje secar a temperatura ambiente. La sobrecarga de material reduce la eficiencia del equipo.
- El cambio de los álabes de los rotores inversos se deberá hacerlo cada seis meses, mientras que de la funda del colector de polvo cada mes.

f. **Costo del mantenimiento del equipo**

A continuación se indica el costo total y de la frecuencia de mantenimiento a realizar al equipo.

Tabla 4.46. Costo de mantenimiento del equipo

Descripción	Frecuencia de cambio (mes)	Costo (\$)	Costo anual (\$)
Álabes del rotor inverso	6	10,2	20,4

Colector de polvo	1	5	60
Mano de obra	6	10	20
TOTAL		25,2	100,4

Elaborado por: Elena Adriano

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

De la información obtenida durante la ejecución del proyecto, se tabularon los datos para comprobar las hipótesis mediante el método de Distribución de diferencias entre dos proporciones (Chi cuadrado), para el caso de esta investigación se conocerán como índices, estos están relacionados con la cantidad de material particulado emitido al ambiente y el material cortado.

Los índices son utilizados como medidas a características cualitativas o atributos. La prueba de comprobación de hipótesis, permite establecer si hay o no diferencia entre dos muestras obtenidas en dos poblaciones diferentes, o la proporción de un grupo fue mayor al otro (Alvarez, 2011)

Para comprobar las hipótesis se utilizó la prueba de t de student, para lo cual es necesario el cálculo de la media de los valores obtenidos, la desviación estándar, esto a partir del tamaño de la muestra y el número de grados de libertad. Los límites de confianza usados fueron del 95% y 99%. Las fórmulas usadas son las siguientes:

Cálculo de la media aritmética

Ecuación 4.13. Cálculo de la media aritmética

$$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + \dots + X_n}{N}$$

Fuente: (Alvarez, 2011)

Donde,

X: Media aritmética

N: Tamaño de la muestra

X: valor dado

Cálculo de la desviación estándar

Ecuación 4.14. Cálculo de la desviación estándar

$$s = \frac{\sqrt{\sum(X - X)^2}}{N}$$

Fuente: (Alvarez, 2011)

Donde,

S: Desviación estándar

X: Media aritmética

N: Tamaño de la muestra

X: valor dado

Cálculo de la desviación típica

Ecuación 4.15. Cálculo de la desviación típica

$$\sigma = \frac{\sqrt{N_1 s_1^2 + N_2 s_2^2}}{N_1 + N_2 - 2}$$

Fuente: (Alvarez, 2011)

Donde,

σ : Desviación típica

S: Desviación estándar

N: Tamaño de la muestra

Cálculo de t de student

Ecuación 4.16. Cálculo de la t de student

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sigma \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

Fuente: (Alvarez, 2011)

Donde,

T= t de student

σ : Desviación típica

Cálculo de los grados de libertad

Ecuación 4.17. Cálculo de los grados de libertad

$$\text{Grados de libertad} = N_1 + N_2 - 2$$

Fuente: (Alvarez, 2011)

4.2.1. Comprobación de la hipótesis específica 1

- Al cortar material con disco de diamante #7, sin la implementación del sistema de extracción se obtuvo la siguiente cantidad de material particulado de tamaño 2,5 μm .

Tabla 2.47. Cantidad de material particulado de tamaño 2,5 μm , sin equipo de extracción

MATERIAL	CANTIDAD (mg/m^3)	LÍMITE DE NORMA (mg/m^3)
Bloque	5,21	1
Adoquín	2,33	
Porcelanato	0,77	

Elaborado por: Elena Adriano

- Al cortar material con disco de diamante #7, con la implementación del sistema de extracción se obtuvo la siguiente cantidad de material particulado de tamaño 2,5 μm .

Tabla 2.48. Cantidad de material particulado de tamaño 2,5 μm , con equipo de extracción

MATERIAL	CANTIDAD (mg/m^3)	LÍMITE DE NORMA (mg/m^3)
Bloque	1,06	1
Adoquín	1,13	
Porcelanato	0,34	

Elaborado por: Elena Adriano

Hipótesis alternativa (Ha): La reducción de material particulado de tamaño 2.5 μm depende de la implementación del sistema de extracción bajo condicionantes del filtro de papel y de la campana extractora, en relación a la primera hora permanente de trabajo, el mismo que permite dar seguridad al trabajador.

Hipótesis nula (H0): La reducción de material particulado de tamaño 2.5 μm no depende de la implementación del sistema de extracción bajo condicionantes del filtro de papel y de la campana extractora, en relación a la primera hora permanente de trabajo, el mismo que permite dar seguridad al trabajador.

- **Corte de adoquín**

Tabla 4.49. Datos usados para la comprobación de hipótesis-Corte de adoquín PM2.5

#	X1	$(X1 - \bar{X1})^2$	X2	$(X2 - \bar{X2})^2$
1	3,121	0,631	4,646	12,3370
2	5,553	10,410	0,682	0,2039
3	1,531	0,633	0,333	0,6410
4	1,294	1,066	0,004	1,2760
5	0,134	4,807	0,003	1,2783
	$\Sigma X1 = 11,633$	$\Sigma(X1 - \bar{X1})^2 = 17,547$	$\Sigma X2 = 5,668$	$\Sigma(X2 - \bar{X2})^2 = 15,7361$

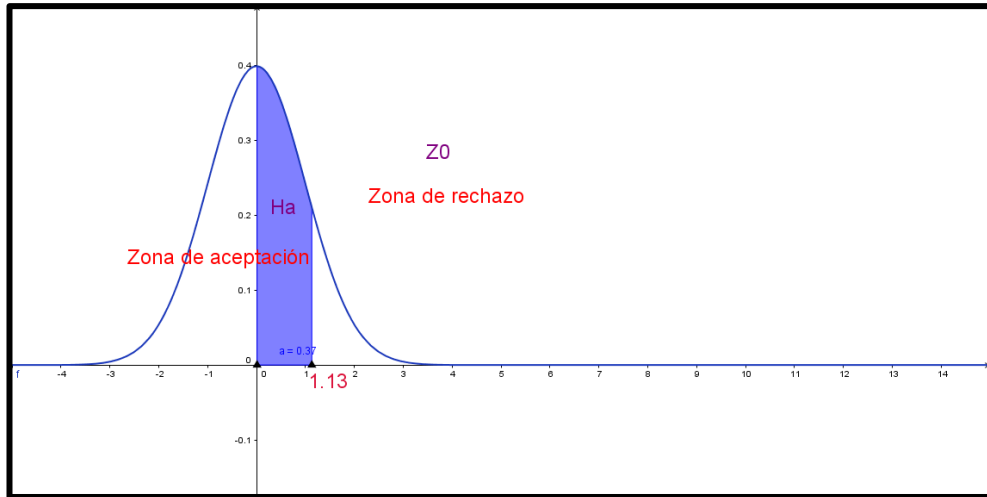
Elaborado por: Elena Adriano

Tabla 4.50. Datos obtenidos para el cálculo de T student para corte de adoquín -PM2,5

Tamaño de la muestra	5
Media aritmética 1	2,33
Desviación estandar 1	1,87
Media aritmética 2	1,13
Desviación estandar 2	1,77
Desviación típica	1,7
T de student	1,13

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.71. Comprobación de hipótesis para corte de adoquín – PM2,5



Elaborado por: Elena Adriano

Con un ensayo unilateral con nivel de significación del 0,01, se rechazará la hipótesis, si t fuese mayor que $t_{0,99}$, en donde $(N_1+N_2-2) = (5+5-2) = 8$ grados de libertad es: 2,90

Por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa para corte de adoquín y se rechaza la hipótesis nula

- **Corte de bloque**

Tabla 4.51. Datos usados para la comprobación de hipótesis-Corte de bloque PM2,5

#	X1	$(X1 - \bar{X1})^2$	X2	$(X2 - \bar{X2})^2$
1	5,699	0,238	0,868	0,0387
2	4,756	0,207	0,668	0,1575
3	0,251	24,606	1,085	0,0004
4	1,721	12,183	2,616	2,4062
5	13,63	70,873	0,087	0,9561
	$\Sigma X1 = 26,057$	$\Sigma (X1 - \bar{X1})^2 = 108,106$	$\Sigma X2 = 5,324$	$\Sigma (X2 - \bar{X2})^2 = 3,559$

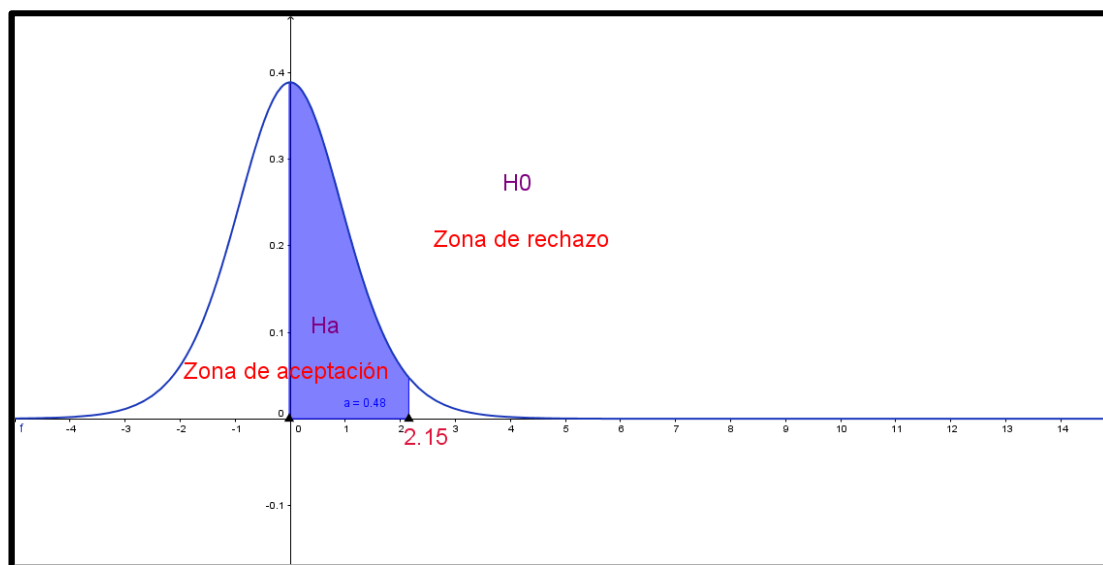
Elaborado por: Elena Adriano

Tabla 4.52. Datos obtenidos para el cálculo de T student para corte de bloque -PM2,5

Tamaño de la muestra	5
Media aritmética1	5,21
Desviación estandar1	4,65
Media aritmética2	1,06
Desviación estandar2	0,84
Desviación típica	3,05
T de student	2,15

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.72. Comprobación de hipótesis para corte de bloque – PM2,5



Elaborado por: Elena Adriano

Con un ensayo unilateral con nivel de significación del 0,01, se rechazará la hipótesis, si t fuese mayor que $t_{0,99}$, en donde $(N_1+N_2-2) = (5+5-2) = 8$ grados de libertad es: 2,90

Por lo tanto se acepta la hipótesis para corte de bloque

- **Corte de porcelanato**

Tabla 4.53. Datos usados para la comprobación de hipótesis-Corte de porcelanato PM2.5

#	X1	$(X1 - \bar{X1})^2$	X2	$(X2 - \bar{X1})^2$
1	0,134	0,398	0,179	0,027
2	0,220	0,297	0,335	0,000
3	0,943	0,032	0,114	0,052
4	0,588	0,031	0,001	0,117
5	1,940	1,381	1,085	0,551
	$\Sigma X1 = 3,825$	$\Sigma (X1 - \bar{X1})^2 = 2,139$	$\Sigma X2 = 1,714$	$\Sigma (X2 - \bar{X1})^2 = 0,747$

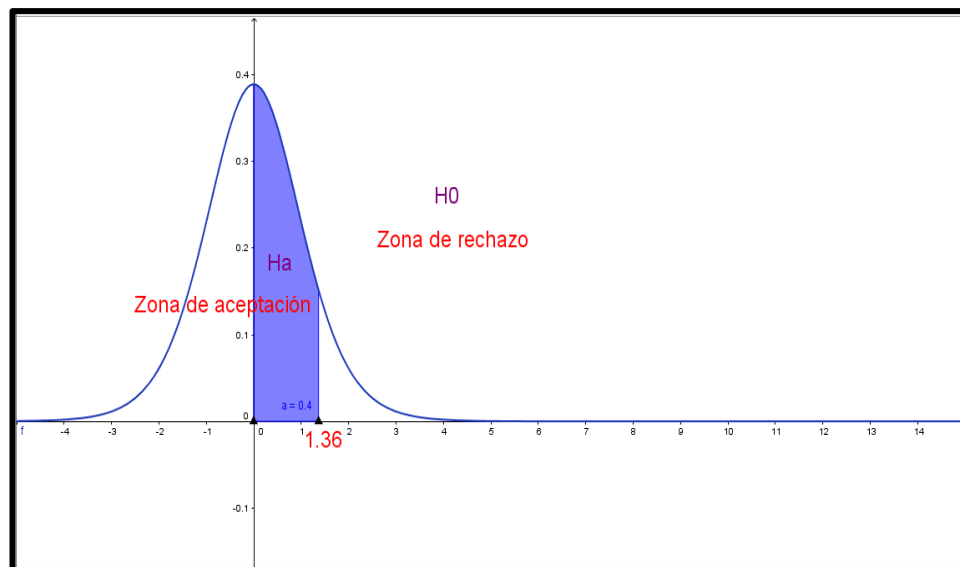
Elaborado por: Elena Adriano

Tabla 4.54. Datos obtenidos para el cálculo de T student para corte de porcelanato -PM2,5

Tamaño de la muestra	5
Media aritmética1	0,77
Desviación estandar1	0,65
Media aritmética2	0,34
Desviación estandar2	0,39
Desviación típica	0,49
T de student	1,36

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.73. Comprobación de hipótesis para corte de porcelanato – PM2,5



Elaborado por: Elena Adriano

Con un ensayo unilateral con nivel de significación del 0,01, se rechazará la hipótesis, si t fuese mayor que $t_{0,99}$, en donde $(N_1+N_2-2) = (5+5-2) = 8$ grados de libertad es: 2,90

Por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa para corte de porcelanato y se rechaza la hipótesis nula

4.2.2. Comprobación de hipótesis 2

- Al cortar material con disco de diamante #7, sin la implementación del sistema de extracción se obtuvo la siguiente cantidad de material particulado de tamaño $10 \mu\text{m}$.

Tabla 2.55. Cantidad de material particulado de tamaño $10 \mu\text{m}$, sin equipo de extracción

MATERIAL	CANTIDAD (mg/m ³)	LÍMITE DE NORMA (mg/m ³)
Bloque	13,29	3
Adoquín	28,35	
Porcelanato	1,56	

Elaborado por: Elena Adriano

- Al cortar material con disco de diamante #7, con la implementación del sistema de extracción se obtuvo la siguiente cantidad de material particulado de tamaño 10 µm.

Tabla 2.56. Cantidad de material particulado de tamaño 10 µm, con equipo de extracción

MATERIAL	CANTIDAD (mg/m ³)	LÍMITE DE NORMA (mg/m ³)
Bloque	3,99	3
Adoquín	5,67	
Porcelanato	0,36	

Elaborado por: Elena Adriano

Hipótesis alternativa (Ha): La reducción de material particulado de tamaño 10 µm depende de la implementación del sistema de extracción bajo condicionantes del filtro de papel y de la campana extractora, en relación a la primera hora permanente de trabajo, el mismo que permite dar seguridad al trabajador.

Hipótesis nula (H0): La reducción de material particulado de tamaño 10 µm no depende de la implementación del sistema de extracción bajo condicionantes del filtro de papel y de la campana extractora, en relación a la primera hora permanente de trabajo, el mismo que permite dar seguridad al trabajador.

- **Corte de adoquín**

Tabla 4.57. Datos usados para la comprobación de hipótesis-Corte de adoquín PM10

#	X1	$(X1 - \bar{X1})^2$	X2	$(X2 - \bar{X2})^2$
1	56,829	811,190	23,23	308,424
2	27,939	0,167	3,41	5,099
3	27,938	0,168	1,665	16,024
4	26,999	1,819	0,020	31,900
5	2,033	692,458	0,015	31,956
	$\Sigma X1 = 141,738$	$\Sigma (X1 - \bar{X1})^2 = 1.505,802$	$\Sigma X2 = 28,34$	$\Sigma (X2 - \bar{X2})^2 = 393,403$

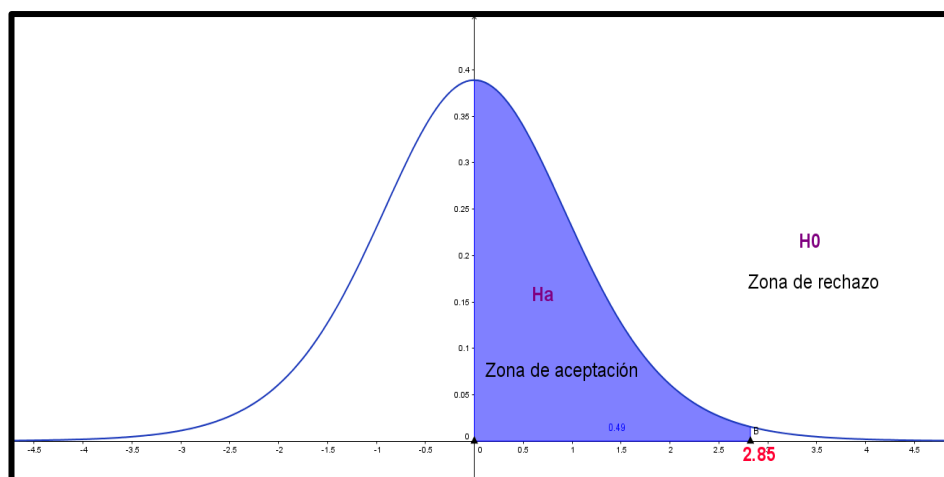
Elaborado por: Elena Adriano

Tabla 4.58. Datos obtenidos para el cálculo de T student para corte de adoquín -PM10

Tamaño de la muestra	5
Media aritmética 1	28,35
Desviación estandar 1	17,35
Media aritmética 2	5,67
Desviación estandar 2	8,87
Desviación típica	12,58
T de student	2,85

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.74. Comprobación de hipótesis para corte de adoquín - PM10



Elaborado por: Elena Adriano

Con un ensayo unilateral con nivel de significación del 0,01, se rechazará la hipótesis, si t fuese mayor que $t_{0,99}$, en donde $(N_1+N_2-2) = (5+5-2) = 8$ grados de libertad es: 2,90.

Por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa para corte de adoquín y se rechaza la hipótesis nula

- **Corte de bloque**

Tabla 4.59. Datos usados para la comprobación de hipótesis-Corte de bloque PM10

#	X1	$(X1 - \bar{X1})^2$	X2	$(X2 - \bar{X2})^2$
1	0,294	168,927	3,472	0,272
2	11,957	1,780	2,672	1,747
3	14,625	1,779	3,7975	0,039
4	18,340	25,490	9,679	32,324
5	21,24	63,183	0,348	13,291
	$\Sigma X1 = 66,456$	$\Sigma(X1 - \bar{X1})^2 = 261,160$	$\Sigma X2 = 19,969$	$\Sigma(X2 - \bar{X2})^2 = 47,674$

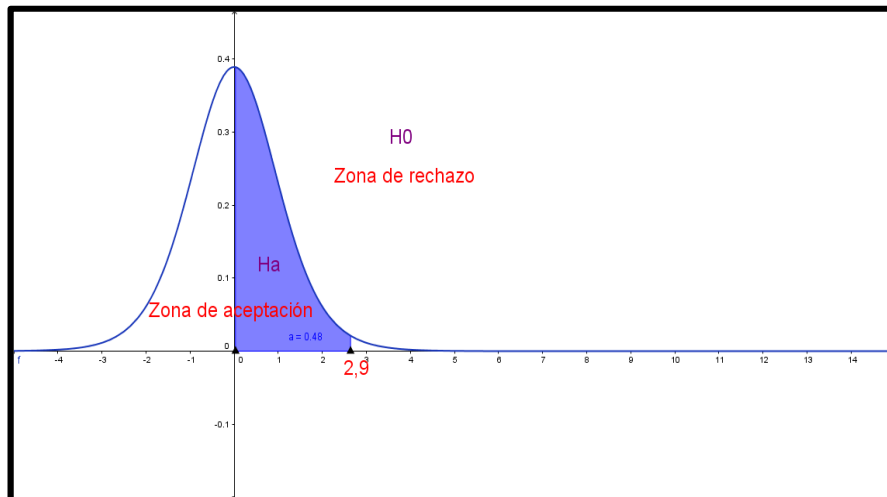
Elaborado por: Elena Adriano

Tabla 4.60. Datos obtenidos para el cálculo de T student para corte de bloque -PM10

Tamaño de la muestra	5
Media aritmética 1	13,29
Desviación estandar 1	7,23
Media aritmética 2	3,99
Desviación estandar 2	3,09
Desviación típica	5,07
T de student	2,90

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.75. Comprobación de hipótesis para corte de bloque- PM10



Elaborado por: Elena Adriano

Con un ensayo unilateral con nivel de significación del 0,01, se rechazará la hipótesis, si t fuese mayor que $t_{0,99}$, en donde $(N_1+N_2-2) = (5+5-2) = 8$ grados de libertad es: 2,90

Por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa para corte de bloque y se rechaza la hipótesis nula

- **Corte de porcelanato**

Tabla 4.61. Datos usados para la comprobación de hipótesis-Corte de porcelanato PM10

#	X1	$(X1 - \bar{X1})^2$	X2	$(X2 - \bar{X2})^2$
1	1,315	0,062	0,18795	0,030
2	1,877	0,098	0,352	0,000
3	0,089	2,174	0,1197	0,058
4	0,115	2,098	0,001	0,129
5	4,422	8,170	1,139	0,607
	$\Sigma X1=7,818$	$\Sigma(X1 - \bar{X1})^2 = 12,603$	$\Sigma X2=1,7997$	$\Sigma(X2 - \bar{X2})^2 = 0,823$

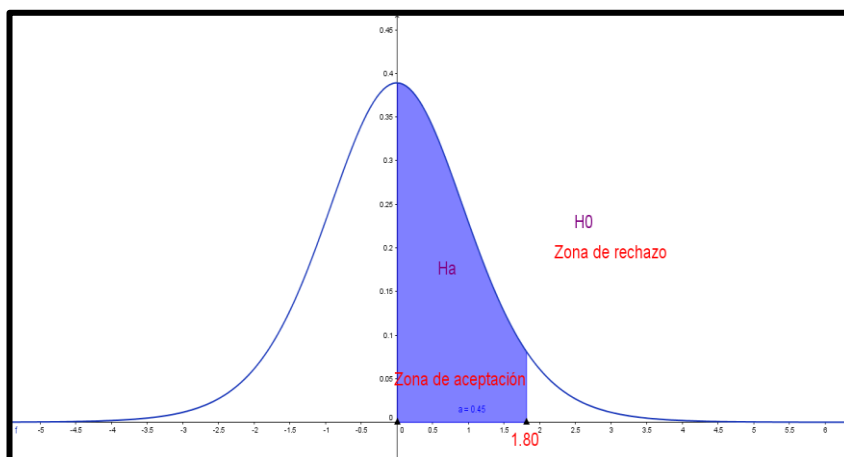
Autor Elaborado por: Elena Adriano

Tabla 4.62. Datos obtenidos para el cálculo de T student para corte de porcelanato-PM10

Tamaño de la muestra	5
Media aritmética 1	1,56
Desviación estandar 1	1,59
Media aritmética 2	0,36
Desviación estandar 2	0,41
Desviación típica	1,06
T de student	1,80

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.76. Comprobación de hipótesis para corte de porcelanato - PM10



Elaborado por: Elena Adriano

Con un ensayo unilateral con nivel de significación del 0,01, se rechazará la hipótesis, si t fuese mayor que $t_{0,99}$, en donde $(N_1+N_2-2) = (5+5-2) = 8$ grados de libertad es: 2,90

Por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa para corte de porcelanato y se rechaza la hipótesis nula

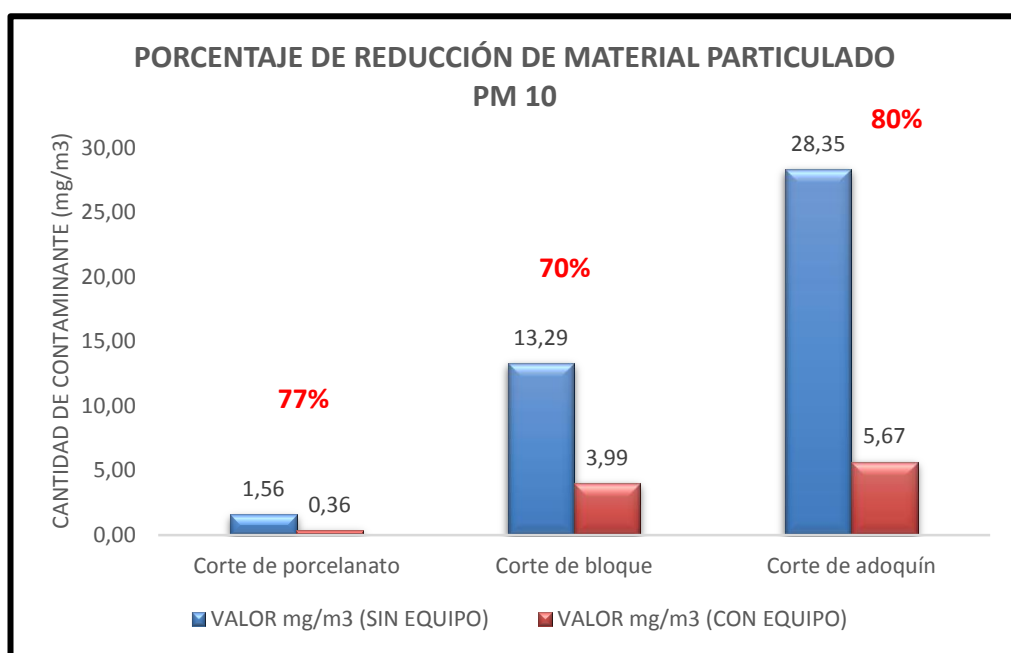
En la siguiente tabla de indican los datos obtenidos de monitoreo de material particulado para PM 2,5 y PM10, en el que se demuestra el porcentaje de reducción de emisión de polvo al ambiente laboral con la implementación del equipo extractor.

Tabla 4.63. Porcentajes de reducción de generación de material particulado-PM10

RESULTADO DE LOS MONITOREOS DE MATERIAL PARTICULADO PM 10			
ACTIVIDAD	VALOR mg/m3 (SIN EQUIPO)	VALOR mg/m3 (CON EQUIPO)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN
Corte de adoquín	28,35	5,67	80,0
Corte de bloque	13,29	3,99	70,0
Corte de porcelanato	1,56	0,36	77,0

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.77. Porcentaje de reducción de material particulado PM 10



Elaborado por: Elena Adriano

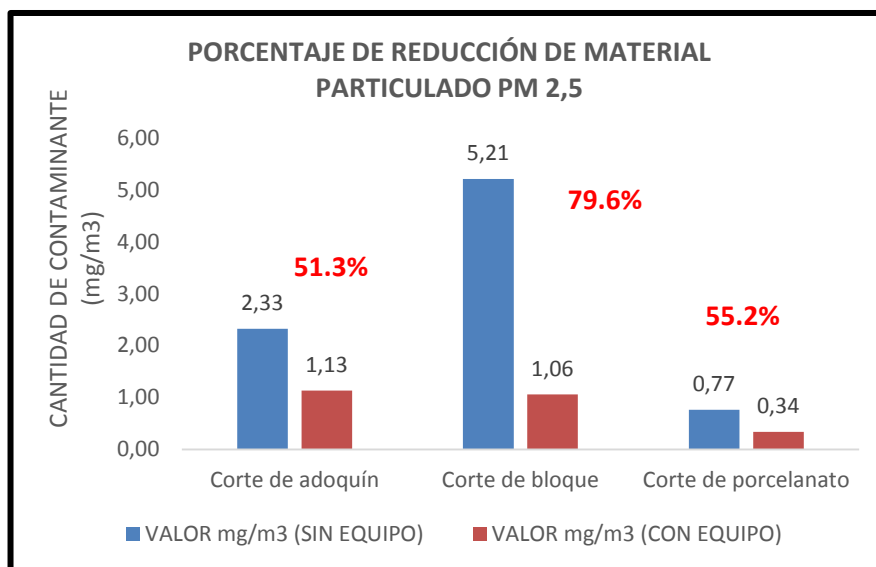
En la tabla se puede evidenciar que el material particulado PM₁₀ se reduce en un 80% para corte de adoquín, 70% para bloque y 77% para porcelanato.

Tabla 4.64. Porcentajes de reducción de material particulado-pm2,5

RESULTADO DE LOS MONITOREOS DE MATERIAL PARTICULADO PM 2,5			
ACTIVIDAD	VALOR mg/m3 (SIN EQUIPO)	VALOR mg/m3 (CON EQUIPO)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN
Corte de adoquín	2,33	1,13	51,3
Corte de bloque	5,21	1,06	79,6
Corte de porcelanato	0,77	0,34	55,2

Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 4.78. Porcentaje de reducción de material particulado PM 2,5



Elaborado por: Elena Adriano

En la tabla se puede evidenciar que el material particulado PM_{2,5} se reduce en un 51,3% para corte de adoquín, 79,6% para bloque y 55,2% para porcelanato.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Una vez analizado el presente proyecto, se evidencia que existe la necesidad de implementar un sistema que extraiga el material particulado que se genera durante el corte de materiales como adoquín, bloque y porcelanato, el cual nos permitirá evitar riesgos laborales en el personal que construye el Hospital Regional Docente Ambato.
- La implementación del sistema de extracción en la amoladora permitió la reducción de material particulado del ambiente laboral para el corte de bloque en un 70%, adoquín en un 80% y porcelanato en un 77%, esto para el caso de PM10; mientras que para PM2,5 la reducción fue de 55,2% en porcelanato, 79,6% en bloque y 51,3 en adoquín.
- Al realizar el análisis de emisión de material particulado se pudo establecer que al cortar bloque la distancia mínima a la cual puede permanecer una persona sin equipo de protección personal es de 2 metros para corte de adoquín, 1,5 metros y 1 metro para corte de porcelanato; esto con relación a la capacidad de dispersión del material particulado de cada material.
- La colocación de los álabes en la parte anterior y posterior del disco de corte de la amoladora, permite que la recolección del material particulado hacia la cámara de captación sea más eficiente, ya que estos utilizan la velocidad presente en el disco al momento del corte para succionar el polvo, evitando también implementación de bombas de extracción y por ende el uso de energía eléctrica para el funcionamiento del sistema extractor.
- Al construir el equipo con materiales de diferente densidad (acero inoxidable, plástico y tela), este reduce su peso, mismo que contribuye a que el operador de la

amoladora tenga una mejor comodidad al momento del corte de materiales, ya que este equipo también sustituye a la guarda de seguridad.

- Al reducir la generación de material particulado con la implementación del sistema de extracción no solo se reducen los riesgos laborales, sino también se contribuye a la disminución de material contaminante hacia la atmósfera, contribuyendo también al cuidado y protección del medio ambiente.
- Con la implementación del equipo extractor de polvo se puede evidenciar fácilmente la reducción de costos anuales en un 25% para la adquisición de equipos de protección personal para esta tarea, puesto que anteriormente la frecuencia de reposición de estos equipos era más alta; esto se puede corroborar en las Tabla 26 en la que se realiza un análisis costo beneficio de la implementación del sistema extractor; sumado a este el costo del mantenimiento del equipo expuesto en la Tabla 27.

5.2. RECOMENDACIONES

- Adicional a la implementación del sistema de extracción de material particulado durante el de corte de materiales, deben utilizar el equipo de protección personal adecuado, esto es: casco, chaleco, mascarilla, zapatos punta de acero, guantes y gafas, tanto el operador de la amoladora como el supervisor; tomando en consideración los aspectos mencionados en el capítulo IV, numeral 4.1.2.5.
- Se recomienda efectuar las tareas de corte de materiales que generen material particulado en lugares abiertos, ya que estos permiten que el polvo se disperse y no se acumule en el ambiente laboral. Adicionalmente estos deben estar techados a fin de evitar insolaciones y/o riesgos eléctricos, en días soleados y lluviosos respectivamente.
- El Médico Ocupacional de la empresa deberá realizar controles médicos y espirometrías periódicamente (por lo menos una vez al año), a fin de prevenir enfermedades profesionales producto de la ejecución de las tareas de corte de materiales.
- El Supervisor deberá velar y controlar que previo al encendido de la amoladora se instale el equipo extractor, así mismo que el operador use equipos de protección personal recomendados durante la ejecución de las tareas de corte.
- Realizar el mantenimiento del equipo extractor tomando en cuenta las especificaciones establecidas en el manual de funcionamiento del equipo, a fin de garantizar su vida útil.
- Cercar con cinta de peligro y/o señalizar el área de corte de materiales, esto con la finalidad de evitar que personas extrañas al proyecto ingresen a esta, evitando accidentes y/o incidentes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Albornoz, J. L. (1998). Monografias.com. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos89/manual-de-mantenimiento/manual-de-mantenimiento.shtml>
2. Allen, E. (2002). Particulate matter concentration, composition and sources in Southwest Texas, State of science and critical research needs, University of Texas en Héctor García Lozada. Texas: Universidad de Texas.
3. Almaraz, Á. (2016). Repara tu cultivador. Obtenido de <https://www.reparatucultivador.com/discos-abrasivos-de-corte-y-desbaste/>
4. Alvarez, J. (2011). Estadística y probabilidaddes. México D.F.: ISBN.
5. Bai, N. (2007). The pharmacology of particulate matter air pollution-induced cardiovascular dysfunction. *Pharmacology and Therapeutics*.
6. Bohorquez, H. (Agosto de 2011). <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211618/EXELARNING/index.html>. Obtenido de <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/211618/EXELARNING/index.html>
7. Camacho, H. (2004). Fundamentos de ventilación mecánica. Bogotá: Editorial Unidad Nacional de Colombia.
8. CEE. (2015). Reglamento Interno. En CEE, Reglamento Interno (pág. 1). Quito.
9. Chestnut. (1991). Pulmonary function and ambient particulate matter: Epidemiological evidence from NHANES I. . *Archives of Enviromental Health*.
10. Chicago Web Designed. (2006). Salud y Seguridad en el trabajo. Obtenido de <http://norma-ohsas18001.blogspot.com/2013/09/lentes-de-seguridad.html>
11. Chimbo Lorena y Ortiz Leandro. (20 de mayo de 2013). Diseño de un sistema de extracción localizada de gases y polvos de procesos de reconstrucción mecánica de turbinas hidráulicas y su manejo para el control de impacto ambiental. Ambato, Tungurahua, Ecuador: ESPOCH.
12. Chiquito, L. (2006). Diseño de un sistema de extracción de humos y polvos secundarios para el proceso de producción de acero mediante horno de arco eléctrico. Guayaquil, Guayas, Ecuador: ESPOL.
13. Colin, B. (2004). Química ambiental. Barcelona: Reverté S.A.

14. Díaz V y Páez C. (2006). Contaminación por material particulado y caracterización química de las muestras. Quito: ACTA NOVA.
15. DIGESA. (2005). Protocolo de monitoreo de calidad del aire y gestión de los datos. Perú.
16. DMedicina.com. (2016). El Mundo. Obtenido de <http://www.dmedicina.com/enfermedades/alergias/rinitis.html>
17. Domínguez, J. G. (2013). Materiales de construcción. Monterrey: Instituto Tecnológico y de estudios Superiores de Monterrey.
18. editorial, R. (2015). La industria en el Ecuador. Core business, 48.
19. Equipo editorial Ekos. (2015). La industria en Ecuador. Core business Ekos, 48.
20. Evaluación de riesgos higienicos. (2003). Obtenido de <http://www.elergonomista.com/rhsol.htm>
21. Filtros Ruiz. (2016). Filtros Ruiz. Obtenido de <http://www.filtrosruiz.com/>
22. Fuentes generadoras de material particulado. (s.f.).
23. Galton, E. (2011). Rinofaringitis.
24. Grupo de ventilación industrial. (13 de mayo de 2010). Ventilación industrial. Obtenido de <http://ventilacionindustrialunipaz.blogspot.com/>
25. Grupo SIMPA S.A. (2013). Manual de uso de una amoladora Angular. Obtenido de http://www.gammaherramientas.com.ar/files/manuales/1372384511_manual-amoladora-angular-12v.pdf
26. Harber, P. (1996). American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. Arizona.
27. Harrison, R. (2000). Particulate matter in the atmosphere: which particle properties are important for its effects on health? The Science of The Total Environment. En J. Yin.
28. Hidráulica. (2006). Obtenido de https://www.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/Temas/TablaRugosidadAbsolutaMateriales.pdf
29. IESS. (2013). Instrumento Andino se Seguridad y Salud en el Trabajo. Quito: IESS.
30. Impermexa. (2010). Obtenido de <http://www.impermexa.com/equipo-de-seguridad/guantes/>
31. Induspro Expres. (2015). Mi página web. Obtenido de <http://induspro-express.es.tl/3M-.-Mascarilla,-tapones,-orejera,filtros.htm>

32. INEC. (junio de 2016). Índice de precios de la construcción (IPCO). Obtenido de http://www.inec.gob.ec/estadisticas/index.php?option=com_remository&Itemid=&func=startdown&id=1582&lang=es&TB_iframe=true&height=250&width=800
33. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (19 de diciembre de 2013). Sistemas heurísticos. Obtenido de Instalaciones de recolección de polvos combustibles: <http://sistemasheuristicos.com/blog/instalaciones-de-recoleccion-de-polvos-combustibles/>
34. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (19 de Diciembre de 2013). Sistemas heurísticos. Obtenido de Instalaciones de recolección de polvos : <http://sistemasheuristicos.com/blog/instalaciones-de-recoleccion-de-polvos-combustibles/>
35. Keyser, B. (2007). Higiene y Seguridad. Buenos Aires: McGrawHill.
36. Kok, T. D. (2006). Toxicological assessment of ambient and traffic-related particulate matter: a review of recent studies. Mutation Research-Reviews in Mutation Research.
37. LITORAL, P. D. (2014). ESPOL. Obtenido de WWW.ESPOL/CONTAMINACION
38. Liu. (2007). Exposure of traffinc police to Polycyclic aromatic hidrocarbons in Beijing, China. Beijing: Chemosphere.
39. London, S. (2000). Health costs due to outdoor air pollution by traffic. The Lancet.
40. Martinez, A., & Romieu, I. (1997). Introducción al monitoreo atmosférico. Metepec, México: Organización Mundial de la Salud.
41. Medina, A. (Enero de 2011). Slideshare. Obtenido de http://es.slideshare.net/lizette_glz/contaminacion-del-aire-14077805
42. Ministerio de Trabajo. (29 de septiembre de 2013). Manejo de amoladoras. Quito, Ecuador, Sierra.
43. MIP. (25 de junio de 2016). Ecuador immediado.com. Obtenido de http://www.ecuadorinmediato.com/Noticias/news_user_view
44. Naciones Unidas. (2006). Métodos de evaluación de riesgos.
45. Netluis. (05 de agosto de 2009). Seguridad en el taller. Obtenido de <http://seguridadeneltaller.blogspot.com/2009/08/equipo-de-seguridad.html>

46. Nevers, N. D. (1998). Ingeniería de Control de la contaminación del aire. México, D.F.: Mc. Graw Hill.
47. Niveló Juan y Ugalde Juan. (31 de marzo de 2011). Diseño de un sistema de extracción de polvo para la empresa INSOMET (división TELARTEC, productora de telas de poli-algodón). Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
48. Orriols, R. (1990). Mollusk shell hypersensitivity pneumonitis. *Ann Intern Med*.
49. Pacheco, R. (1990). Herramientas y equipos (Edificaciones y obras civiles). Sección publicaciones Digeneral.
50. Restrepo, C. A. (1994). Clasificación General de Riesgos. Armenia: Universidad del Quindío.
51. Scharlab. (2012). www.scharlab.com. Obtenido de http://prevencio.uib.cat/digitalAssets/203/203069_scharlab-catalogo-respiratoria.pdf
52. Schwela, D. (2005). Guías para la calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud OMS. Geneva: S.A. Urbana and S. Ginegra.
53. Silva, I. (Julio de 2012). <http://power.sitios.ing.uc.cl/alumno10/mitigacion/Camara%20sedimentacion.html>.
54. Singh, V., Khandelwal, R., & Gupta, B. (2003). Effect of Air Pollution on Peak Expiratory Flow Rate Variability. *Journal of Asthma*.
55. Soler y Palau. (2006). Sistemas de ventilación . S.L.U.
56. Subirá, B. (2011). Faringitis aguda. ABE.
57. Thomas, S. (1996). Química Medioambiental. Madrid: Pearson Prentice Hall.
58. Ubilla, P. (2012). Ingeniería en ventilación y filtración de aire. Chile: Labaqua.
59. Velásquez, D. (julio de 2010). Física 3. Obtenido de <http://daniel-fisica3ur.blogspot.com/2010/07/precipitador-electrostatico.html>
60. Vergel, C. (2015). Claves para elegir con éxito los discos de corte y desbaste. Metal actual.
61. Webconsultas. (2016). WebConsultas Healthcare, S.A. Obtenido de <http://www.webconsultas.com/categoria/salud-al-dia/faringitis>
62. Wikipedia. (02 de julio de 2016). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Demograf%C3%ADa_del_Ecuador

63. Woodard, K. (1998). Técnicas de Control de Materia Particulada Fina Proveniente de Fuentes Estacionarias. Cali.
64. Xinhai. (2014). Yantai Xinhai Mining Machinery Co., Ltd. Obtenido de http://www.epcservicio.com/product_10_40.html

ANEXOS

Anexo 1. Proyecto de tesis

Anexo 2. Instrumentos para la recolección de datos

Anexo 2.1. Resultados de los monitoreos iniciales

Anexo 2.2. Protocolo de monitoreo de calidad del aire y gestión de los datos

Anexo 3. Otros

Anexo 3.1. Anexo fotográfico

FOTOGRAFÍAS TOMADAS PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL PARTICULADO

Ilustración 3.79. Corte de bloque



Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 3.80. Corte de porcelanato



Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 3.81. Corte de adoquín



Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 3.82. Monitoreo de calidad del aire



Elaborado por: Elena Adriano

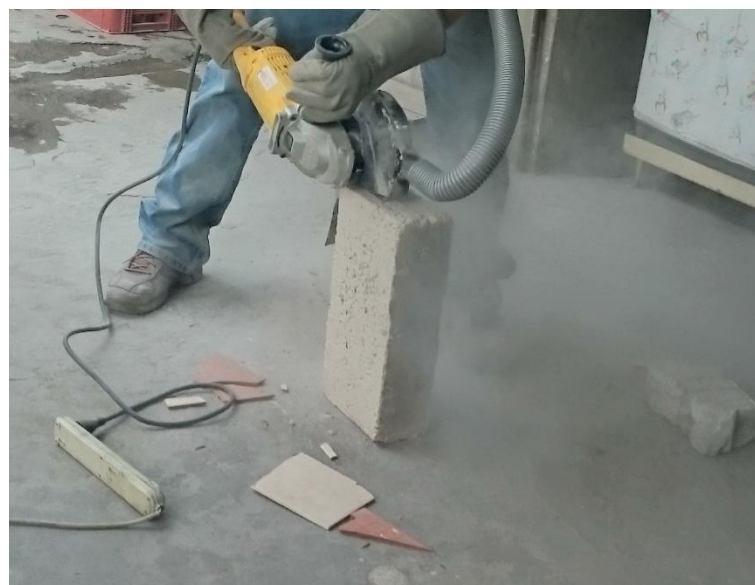
FOTOGRAFÍAS DEL MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO UNA VEZ IMPLEMENTADO EL SISTEMA

Ilustración 3.83. Corte de adoquín



Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 3.84. Corte de bloque



Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 3.85. Material particulado captado por el equipo extractor



Elaborado por: Elena Adriano

Ilustración 3.86. Monitoreo de material particulado



Elaborado por: Elena Adriano

Anexo 3.2. Diseño del sistema de extracción de material particulado

Anexo 3.2. Resultados de los monitoreos realizados

Anexo 3.3. Matriz de consistencia