

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

UNIVERSIDAD DE HUELVA – ESPAÑA



Universidad
de Huelva

Colegio de Posgrados

**Gestión Técnica de Seguridad y Ambiente para Actividades de
Demolición de Viviendas entre 40 y 60 Años de Construcción en el Sector
Centro Norte de la Ciudad de Quito**

María Gabriela García Lasso

**David Trujillo Otañez, Msc., Director de Trabajo de
Titulación**

**Trabajo de Titulación presentado como requisito para la obtención del título de
Magíster en Seguridad, Salud y Ambiente**

Quito, noviembre de 2014

Universidad San Francisco de Quito – Ecuador

Universidad de Huelva - España

Colegio de Posgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Gestión Técnica de Seguridad y Ambiente para Actividades de Demolición de Viviendas entre 40 y 60 Años de Construcción en el Sector Centro Norte de la Ciudad de Quito

María Gabriela García Lasso

David Trujillo Otañez, Msc.
Director de Trabajo de Titulación

Carlos Ruiz Frutos, Ph.D.
Miembro Comité de Trabajo de Titulación

José Garrido, Ing. MSc.
Miembro del Comité de Trabajo de Titulación

Luis Vásquez Zamora, MSc-ESP-DPLO-FPh.D.....
Director de la Maestría en Seguridad, Salud y Ambiente de la Universidad San Francisco de Quito y Jurado de Trabajo de Titulación

Fernando Ortega, MD., MA., Ph.D.
Decano de la Escuela de Salud Pública

Gonzalo Mantilla, MD-M.Ed-FAAP
Decano de Colegio de Ciencias de la Salud

Víctor Viteri, Ph.D.
Decano del Colegio de Posgrados

Quito, noviembre de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: María Gabriela García Lasso

C. I.: 1711448173

Lugar: Quito

Fecha: noviembre de 2014

DEDICATORIA

A Julieta que llegará pronto a iluminar y bendecir mi familia, por la inspiración que me ha dado para alcanzar mi objetivo.

A Sebastián Andrés, mi fortaleza.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, a mis padres y hermanos por su motivación, a mi Padre en especial por motivar, guiar y acompañar mi investigación.

A la Universidad San Francisco, sus docentes, representantes, colaboradores y compañeros, por este tiempo de aprendizajes.

A la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento – EPMAPS por el apoyo brindado.

Agradezco a David Trujillo, a los colegios profesionales y a los profesionales de la construcción que me brindaron apertura para desarrollar mi investigación.

RESUMEN

El trabajo de tesis consistió en elaborar una propuesta de gestión técnica de seguridad y ambiente para controlar y proteger la seguridad y salud de trabajadores expuestos a inhalación de material particulado, en procesos de demolición de viviendas entre 40 y 60 años de construcción en el sector centro norte de la ciudad de Quito, así como establecer medidas que minimicen el impacto ambiental ocasionado por la generación de escombros producto de demoliciones.

Para el desarrollo de la propuesta se inició por el análisis del marco legal aplicable, vigente para la industria de la construcción y para los aspectos técnicos de seguridad, salud, higiene y ambiente. Posterior a esto se tomó como referencia tres casos de estudio, es decir, tres procesos de demolición de viviendas, por medio de los cuales se determinaron actividades y personal vinculado, técnicas actuales de seguridad y salud aplicadas durante el proceso, materiales peligrosos que forman parte de la estructura a demoler, medidas ambientales para gestión de escombros y de residuos peligrosos. Complementariamente en los tres procesos de demolición se realizaron muestreos referenciales, para determinar la exposición diaria a material particulado de uno de los puestos de trabajo más representativos del proceso de demolición, como lo es la operación de maquinaria pesada, retroexcavadora.

Con estos recursos, la investigación propone medidas de protección para trabajadores expuestos al riesgo de inhalación de material particulado y a su vez plantea la forma de gestionar y disponer segura y adecuadamente los escombros y residuos peligrosos producto de una demolición, con el propósito de impulsar la formulación de normas técnicas específicas que regulen y controlen la ejecución de estas actividades, vinculando el desarrollo constructivo, la seguridad de los trabajadores y la protección al ambiente.

ABSTRACT

The thesis developed a technical proposal for safety and environmental management to control and protect safety and health of workers exposed to inhalation of particulate matter, in demolition processes of houses between 40 and 60 years of construction, located in the north - central part of Quito, and establish measures to minimize the environmental impact caused by the generation of demolition rubble products.

For develop the proposal, the researcher initiated by the analysis of the legal framework for construction industry and technical aspects of safety, health, hygiene and environment. Then, there were analyzed three processes of demolition and verified many aspects such us, activities and related personnel, current techniques for health and safety standards during the process, hazardous materials as part of structure, environmental management measures to rubble and hazardous waste. In addition in the three demolition processes were took samples to determine the daily exposure to particulate matter of one of the principal activities of the demolition process.

With this information the thesis proposed protection measures for exposed workers to prevent risk of inhalation of particulate matter, and propose how to manage rubble and waste in a safety way. The purpose is to formulate a specific prescription that regulate and monitor demolition activities, linking constructive development, worker safety and environmental protection.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INDICE FIGURAS	13
INDICE FOTOGRAFÍAS	15
INDICE TABLAS	16
1. CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	17
1.1. ANTECEDENTES	17
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	18
1.3. PROBLEMA	19
1.4. OBJETIVOS.....	20
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	20
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
1.4.3. OBJETIVOS SECUNDARIOS (COLATERALES)	21
1.5. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	21
1.6. REVISIÓN DE LA LITERATURA, ANTECEDENTES O FUNDAMENTOS TEÓRICOS	23
1.7. PRESUNCIONES DEL AUTOR DEL ESTUDIO	24
2. CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS	26
2.1. GÉNEROS DE LITERATURA INCLUIDOS EN LA REVISIÓN	26
2.1.1. FUENTES	26
2.2. PASOS EN EL PROCESO DE REVISIÓN DE LA LITERATURA	28
2.3. FORMATO DE LA REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	30
2.3.1. MARCO LEGAL	30
2.3.1.1. CONVENIO N° 162 DE LA ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, UTILIZACIÓN DEL ASBESTO EN CONDICIONES DE SEGURIDAD	30
2.3.1.2. INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. DECISIÓN 584, 2004	32
2.3.1.3. REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA EL USO DEL AMIANTO, 2000.....	32

2.3.1.4.	REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS, 2008....	33
2.3.1.5.	REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 052 "SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO PARA EL USO DEL AMIANTO CRISOTILO EN LAS ACTIVIDADES LABORALES, 2011.....	33
2.3.1.6.	REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO, RESOLUCIÓN N°. C.D. 390, 2011	34
2.3.1.7.	ORDENANZA METROPOLITANA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO N°332, 2011	35
2.3.1.8.	ORDENANZA METROPOLITANA N° 404, REFORMATORIA DE LA ORDENANZA METROPOLITANA N° 213, “DEL MEDIO AMBIENTE”, 2013.....	36
2.3.1.9.	REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS, DESECHOS PELIGROSOS Y ESPECIALES. ACUERDO MINISTERIAL N° 161, 2011	36
2.3.1.10.	LISTADOS NACIONALES DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS, DESECHOS PELIGROSOS Y ESPECIALES. ACUERDO MINISTERIAL N° 142, 2012	37
2.3.1.11.	REFORMA AL TÍTULO I Y IV DEL LIBRO VI DEL TULAS. ACUERDO MINISTERIAL N° 006, 2014	38
2.3.2.	MARCO TEÓRICO	38
2.3.2.1.	ASPECTO TÉCNICO CONSTRUCTIVO	38
2.3.2.1.1.	REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS, 2008 ..	42
2.3.2.1.2.	SEGURIDAD PRÁCTICA EN LA CONSTRUCCIÓN, 2009	43
2.3.2.1.3.	ARQUITECTURA DE QUITO UNA VISIÓN HISTÓRICA, 1993.....	43
2.3.2.2.	ASPECTO TÉCNICO SEGURIDAD Y SALUD	44
2.3.2.3.	ASPECTO TÉCNICO AMBIENTE.....	60
3.	CAPÍTULO III. METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	64
3.1.	JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA.....	65
3.2.	HERRAMIENTA DE INVESTIGACIÓN UTILIZADA	66
3.2.1.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	67
3.2.1.1.	OBJETIVO ESPECÍFICO N° 1: IDENTIFICACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO Y TAREAS	67
3.2.1.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO N° 2: MEDIR Y EVALUAR EL FACTOR DE RIESGO	67

3.2.1.3. OBJETIVO ESPECÍFICO N°3: IDENTIFICAR LAS TÉCNICAS ACTUALES EMPLEADAS PARA ACTIVIDADES DE DEMOLICIÓN DE VIVIENDAS.	75
3.2.1.4. OBJETIVO ESPECÍFICO N°4: DETERMINAR EL GRADO DE CONOCIMIENTO DE LOS PROFESIONALES DE LA CONSTRUCCIÓN.	75
3.2.1.5. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 5 Y 6: MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA OPERARIOS DE MAQUINARIA Y TRABAJADORES EXPUESTOS Y MEDIDAS AMBIENTALES PARA GESTIONAR ESCOMBROS PRODUCTO DE LA DEMOLICIÓN.	76
3.2.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS (COLATERALES)	77
3.2.2.1. OBJETIVO SECUNDARIO N° 1: DETERMINAR POSIBLE PRESENCIA DE FIBRAS DE AMIANTO.....	77
3.2.2.2. OBJETIVO SECUNDARIO N° 2: EVALUAR LA EXPOSICIÓN A FIBRAS DE AMIANTO	79
3.2.2.3. OBJETIVO SECUNDARIO N° 3: IDENTIFICAR NORMATIVA APLICABLE PARA PROTECCIÓN DE TRABAJADORES Y DEL AMBIENTE	80
3.3. DESCRIPCIÓN DE PARTICIPANTES	80
4. CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE DATOS	84
4.1. DETALLES DEL ANÁLISIS.....	84
4.2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	84
4.3. RESULTADOS	85
4.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	85
4.3.1.1. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 1: IDENTIFICACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO Y TAREAS	85
4.3.1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 2: MEDIR Y EVALUAR EL FACTOR DE RIESGO	88
4.3.1.3. OBJETIVO ESPECÍFICO N°3: IDENTIFICAR LAS TÉCNICAS ACTUALES EMPLEADAS PARA ACTIVIDADES DE DEMOLICIÓN DE VIVIENDAS.	104
4.3.1.4. OBJETIVO ESPECÍFICO N°4: DETERMINAR EL GRADO DE CONOCIMIENTO DE LOS PROFESIONALES DE LA CONSTRUCCIÓN.	109
4.3.1.5. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 5: MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA OPERARIOS DE MAQUINARIA Y TRABAJADORES EXPUESTOS AL RIESGO DE INHALACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PRODUCTO DE ACTIVIDADES DE DEMOLICIÓN.	124
4.3.1.6. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 6: MEDIDAS AMBIENTALES PARA REALIZAR UNA GESTIÓN Y DISPOSICIÓN SEGURA Y ADECUADA DE ESCOMBROS, PRODUCTO DE ACTIVIDADES DEMOLICIÓN.	141

4.3.2.	OBJETIVOS SECUNDARIOS (COLATERALES)	147
4.3.2.1.	OBJETIVO SECUNDARIO N° 1: DETERMINAR POSIBLE PRESENCIA DE MATERIALES CON AMIANTO.	147
4.3.2.2.	OBJETIVO SECUNDARIO N° 2: EVALUAR LA EXPOSICIÓN A FIBRAS DE AMIANTO	150
4.3.2.3.	OBJETIVO SECUNDARIO N° 3: IDENTIFICAR NORMATIVA APLICABLE PARA PROTECCIÓN DE TRABAJADORES Y DEL AMBIENTE	152
4.4.	DISCUSIÓN – ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	152
5.	CAPÍTULO V CONCLUSIONES	156
5.1.	RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	160
3.1.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO	161
3.2.	RECOMENDACIONES PARA FUTUROS ESTUDIOS	163
4.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	167
5.	GLOSARIO	175
6.	ANEXOS	177

INDICE FIGURAS

FIGURA N°4.3.1: FLUJO GRAMA DEL PROCESO DE DEMOLICIÓN E IDENTIFICACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO	86
FIGURA N° 4.3.2: CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO REGISTRADO EN LOS 3 CASOS DE ESTUDIO.....	98
FIGURA N°4.3.3: PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE LA FICHA DE CAMPO – VIVIENDA N°1.....	105
FIGURA N°4.3.4: PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE LA FICHA DE CAMPO – VIVIENDA N°2.....	105
FIGURA N°4.3.5: PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE LA FICHA DE CAMPO – VIVIENDA N°3.....	106
FIGURA N°4.3.6: ASPECTOS DE SEGURIDAD, AMBIENTE Y TÉCNICO CONSTRUCTIVO DE LA FICHA DE CAMPO.	107
FIGURA N°4.3.7: NÚMERO DE CUMPLIMIENTOS DETECTADOS EN LOS TRES CASOS DE ESTUDIO.....	109
FIGURA N° 4.3.8: PORCENTAJE DE PROFESIONALES QUE HAN PARTICIPADO EN LA PLANIFICACIÓN Y/O EJECUCIÓN DE UNA DEMOLICIÓN.....	110
FIGURA N° 4.3.9: MÉTODO DE DEMOLICIÓN DE VIVIENDAS MÁS UTILIZADO EN QUITO.....	111
FIGURA N° 4.3.10: IMPORTANCIA DE LA FASE DE DESMANTELAMIENTO	112
FIGURA N° 4.3.11: PORCENTAJE DE CONOCIMIENTO DE EJECUCIÓN DE ESTUDIO PREVIO PARA OBRAS DE DEMOLICIÓN.....	113
FIGURA N° 4.3.12: PORCENTAJE DE CONOCIMIENTO DE EJECUCIÓN DE ESTUDIO PREVIO, SEGÚN EL REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS.....	114

FIGURA N° 4.3.13: IMPORTANCIA DE PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCTO DE LA DEMOLICIÓN.....	115
FIGURA N° 4.3.14: COSTO ASIGNADO PARA REALIZAR ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS POR DEMOLICIÓN.....	116
FIGURA N° 4.3.15: MEDIDAS BÁSICAS DE CONTROL PARA REALIZAR DEMOLICIONES POR TRACCIÓN	117
FIGURA N° 4.3.16: PORCENTAJE DE CONOCIMIENTO SOBRE LA EXISTENCIA DE MATERIALES PELIGROSOS EN VIVIENDAS ANTIGUAS.....	118
FIGURA N° 4.3.17: PORCENTAJE DE CONOCIMIENTO SOBRE LA AFECTACIÓN A LA SALUD POR INHALACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO DE ASBESTO O AMIANTO DISGREGADO ..	119
FIGURA N° 4.3.18: MANEJO DE DESECHOS PELIGROSOS A TRAVÉS DE UNA EMPRESA ESPECIALIZADA	120
FIGURA N° 4.3.19: PORCENTAJE DE CONOCIMIENTO SOBRE ENFERMEDADES OCUPACIONALES DE TRABAJADORES EXPUESTOS A MATERIAL PARTICULADO.....	121
FIGURA N° 4.3.20: ENFERMEDADES OCUPACIONALES QUE PUEDEN AFECTAR A LA SALUD DE TRABAJADORES EXPUESTOS A LA INHALACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN DEMOLICIÓN.....	122
FIGURA N° 4.3.21: ACTORES SOCIALES EXPUESTOS A MATERIAL PARTICULADO EN UNA DEMOLICIÓN.....	123
FIGURA N° 4.3.22: PORCENTAJE DE CONOCIMIENTO SOBRE ENFERMEDADES OCUPACIONALES DE TRABAJADORES EXPUESTOS A MATERIAL PARTICULADO.....	124

INDICE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA N° 3.2.1: BOMBA DE MUESTREO, AIRCHECK SAMPLER	69
FOTOGRAFÍA N° 3.2.2: ELEMENTO DE RETENCIÓN	69
FOTOGRAFÍA N° 3.2.3: BALANZA ANALÍTICA.....	70
FOTOGRAFÍA N° 3.2.4: USO DE BOMBA DE MUESTREO PERSONAL	71
FOTOGRAFÍA N° 3.2.5: ELEMENTO “BLANCO” DE RETENCIÓN COLOCADO AL INTERIOR DE LA MÁQUINA	72
FOTOGRAFÍA N° 3.2.6: BALANZA ANALÍTICA CON ELEMENTO DE RETENCIÓN	73
FOTOGRAFÍA N° 3.2.7: MONITOR PORTÁTIL DE CALIDAD DE AIRE AMBIENTE	74
FOTOGRAFÍA N° 4.3.1: VIVIENDA N° 1	89
FOTOGRAFÍA N° 4.3.2: VIVIENDA N° 2	89
FOTOGRAFÍA N° 4.3.3: VIVIENDA N° 3	90
FOTOGRAFÍA N° 4.3.4: DATO DE TLV-TWA REGISTRADO EN EL MUESTREO – VIVIENDA N°1	100
FOTOGRAFÍA N° 4.3.5: DATO DE TLV - STEL A REGISTRADO EN EL MUESTREO – VIVIENDA N°1	101
FOTOGRAFÍA N° 4.3.6: DATO DE TLV-STEL REGISTRADO EN EL MUESTREO – VIVIENDA N°2	102
FOTOGRAFÍA N° 4.3.7: DATO DE TLV-TWA REGISTRADO EN EL MUESTREO – VIVIENDA N°2	103
FOTOGRAFÍA N° 4.3.8: PLANTA DE TRATAMIENTO Y TRITURACIÓN MÓVIL DE ESCOMBROS.	144
FOTOGRAFÍA N° 4.3.9: PLANCHAS DE ASBESTO – CEMENTO RETIRADAS DE LA VIVIENDA A DEMOLER.....	149

INDICE TABLAS

TABLA N° 2.3.1: EXTRACTO DEL LISTADO DE DESECHOS PELIGROSOS	37
TABLA N° 2.3.2: EXTRACTO DEL CATALOGO CCAN	38
TABLA 2.3.3: VALORES LÍMITE AMBIENTALES (VLA-ED)	48
TABLA 2.3.4: LISTA DE CANCERÍGENOS Y MUTÁGENOS CON VALOR LÍMITE ASIGNADO	49
TABLA 2.3.5: TIPOS DE NEUMOCONIOSIS SEGÚN LA REACCIÓN PULMONAR	54
TABLA N°3.3.1: DETALLE DE LOS DATOS PARA MUESTREO DE LA ENCUESTA	83
TABLA N°4.3.1: DETALLE DE LOS CASOS DE ESTUDIO	89
TABLA N°4.3.2: DURACIÓN DEL PROCESO DE DEMOLICIÓN Y ACTIVIDAD DE DERROCAMIENTO	90
TABLA N°4.3.3: VALORES LÍMITE AMBIENTAL DE EXPOSICIÓN DIARIA (VLA-ED).....	92
TABLA N°4.3.4: CONDICIONES DE MUESTREO CASOS DE ESTUDIO	93
TABLA N°4.3.5: RESULTADOS MUESTREO VIVIENDA N° 1 – POLONIA Y RUMANIA.....	95
TABLA N°4.3.6: RESULTADOS MUESTREO VIVIENDA N° 2 – VOZANDES Y AMÉRICA.....	96
TABLA N°4.3.7: RESULTADOS MUESTREO VIVIENDA N° 3 – VILLALENGUA Y D. BRIEVA	97
TABLA N°4.3.8: RESULTADOS MATERIAL PARTICULADO AMBIENTAL - PM 10 - VIVIENDA N° 1.....	100
TABLA N°4.3.9: RESULTADOS MATERIAL PARTICULADO AMBIENTAL - PM 2.5 - VIVIENDA N° 1.....	101
TABLA N°4.3.10: RESULTADOS MATERIAL PARTICULADO AMBIENTAL - PM 10 - VIVIENDA N° 2.....	102
TABLA N°4.3.11: RESULTADOS MATERIAL PARTICULADO AMBIENTAL - PM 2.5 - VIVIENDA N° 2	103
TABLA N°4.3.12: INCUMPLIMIENTOS COMUNES EN LOS TRES CASOS DE ESTUDIO	108
TABLA N°4.3.13: INCUMPLIMIENTOS COMUNES EN LOS TRES CASOS DE ESTUDIO	108
TABLA N° 4.3.14: CONCENTRACIONES DE FIBRAS DE AMIANTO MEDIDAS EN DISTINTAS INTERVENCIONES (MANTENIMIENTO, DESMONTAJE, REPARACIONES, ETC.	150

1. CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La industria de la construcción desarrolla una serie de actividades de valioso aporte al desarrollo económico y social de un país. Es de este sin número de actividades de las cuales se derivan grandes responsabilidades como la seguridad laboral y la protección del ambiente.

Una de las actividades de la industria constructiva es la demolición de estructuras, que si bien no genera una ganancia económica per sé, corresponde a una fase dentro de un proyecto constructivo que permite alcanzar réditos económicos a corto o largo plazo. Por su parte desde el punto de vista de la seguridad y el ambiente, esta actividad de puntual y corta duración, genera riesgos sobre la salud de los trabajadores, así como impactos al ambiente que deben ser controlados.

Partiendo de las condiciones actuales de seguridad y ambiente en las cuales se realizan las actividades de demolición, y analizando la normativa actual ecuatoriana aplicable a esta actividad “Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas”, la presente investigación establece un plan de gestión con medidas de protección para trabajadores de obras de demolición de viviendas, que están expuestos a factor de riesgo de inhalación de material particulado, así como en la rama ambiental se determinan medidas aplicables para realizar una gestión adecuada y segura de escombros producto de esta actividad.

La investigación efectuada, emplea como referencia tres casos de estudio en los cuales se realiza la demolición de viviendas antiguas entre 40 y 60 años de construcción en el sector centro norte de la ciudad de Quito, con el propósito de construir edificios comerciales y de vivienda. La propuesta de gestión técnica se elabora a manera de plan, tomando como

referencia normativa española y latinoamericana, así como material bibliográfico que establece prácticas y procedimientos adecuados para controlar riesgos laborales y proteger el ambiente.

1.2. Justificación del estudio

Las actividades de demolición de viviendas antiguas en la ciudad de Quito se han incrementado gracias al auge por el que atraviesa la industria de la construcción y debido a la necesidad de la población de contar con mayor número de unidades de vivienda en espacios limitados como los de la ciudad.

Los riesgos a los que están expuestos principalmente trabajadores y moradores de la obra en el ámbito de salud son diversos, al igual que los impactos que la actividad ocasiona al ambiente. Así por ejemplo en Londres, las actividades de construcción y demolición y la maquinaria utilizada para este propósito, pueden ser las responsables de hasta el 15% de las emisiones de contaminantes atmosféricos en la ciudad. (Giusti, Carlsen, & Watson, 2013, pág. V).

En este contexto, en la investigación se analizan las técnicas actuales en el campo de seguridad y ambiente aplicadas durante un proceso de demolición, tomando como referencia tres casos de estudio. En cada caso se evalúa el factor de riesgo de exposición a la inhalación de material particulado en un puesto de trabajo, el más representativos de la demolición, con la finalidad de constatar si las medidas adoptadas durante la actividad son o no suficientes para controlar el riesgo antes mencionado.

La investigación abre campo a otros profesionales para complementar el análisis de casos de estudio donde se realicen demoliciones de otro tipo de infraestructuras como bodegas, edificios u otros, al igual que permita explorar y reforzar la evaluación de riesgo de

exposición a material particulado en otros puestos de trabajo de demoliciones y en la industria de la construcción en general.

En base a la investigación y a los resultados sobre el nivel de riesgo de exposición, se puede presentar a las instituciones competentes, un análisis técnico que sustente la elaboración de una normativa complementaria para regular y controlar los procesos de demolición de infraestructuras tanto para minimizar efectos en la salud de los trabajadores, así como para reducir el impacto ambiental de la actividad y los escombros generados.

1.3. Problema

Actualmente en la ciudad de Quito se derrocan viviendas antiguas para construir edificios comerciales y residenciales sin aplicación de técnicas rigurosas que controlen la dispersión e inhalación de material particulado proveniente de los materiales que componen estas viviendas, ocasionando riesgo higiénico a los trabajadores y moradores del sitio derrocado.

En el aspecto ambiental, el manejo de escombros de construcción se realiza atendiendo a la urgencia y rapidez de la industria constructiva, por lo que no se aplican técnicas o medidas estrictas que reduzcan los impactos al ambiente y garanticen una gestión adecuada en todas sus fases de generación, reutilización o reciclaje, recolección, transporte y/o disposición final.

El Ecuador en la actualidad atraviesa una fase de fortalecimiento y complementación del marco legal regulatorio y para el caso de actividades como la demolición, es necesario extender y abarcar la normativa en todas sus fases, procesos y subprocesos, de tal forma que se cubran y entrelacen las ramas constructivas, de seguridad y ambiente.

Durante la investigación no se realizan análisis estadísticos y análisis de casos para conocer el estado de salud de trabajadores de la construcción, así como tampoco la exploración de las enfermedades profesionales más comunes, existentes en esta industria.

En cuanto al análisis de la composición de la partícula dispersa en demoliciones, existen limitaciones en el país que impiden realizar este estudio, ya que no se cuenta con el equipamiento y metodología necesaria. Esto puede responder al problema mencionado anteriormente, relacionado a la carencia de normativa de regulación y control en la industria de la construcción. Así también desde el punto de vista investigativo, no se cuenta con una caracterización del material disperso en el ambiente, que permita conocer en forma global y general la composición del material particulado y saber si existen además contaminantes y sustancias peligrosas como el amianto, sílice u otros.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de protocolo de gestión técnica de seguridad y ambiente para control del riesgo de exposición a material particulado generado durante las actividades de demolición de viviendas antiguas.

1.4.2. Objetivos específicos

- 1) Identificar los puestos de trabajo y las tareas con posible exposición al riesgo de inhalación de material particulado, existentes en una demolición.
- 2) Medir y evaluar el factor de riesgo de exposición a la inhalación de material particulado que puede existir en una demolición de viviendas antiguas, mediante muestreo de partículas.

- 3) Identificar las técnicas actuales empleadas para demolición de viviendas, su gestión ocupacional y ambiental en el manejo de residuos producto de esta actividad.
- 4) Determinar el grado de conocimiento de los profesionales de la construcción sobre los riesgos de exposición a material particulado, a los que están expuestos trabajadores de actividades de demolición.
- 5) Proponer medidas de protección para operarios de maquinaria y trabajadores expuestos al riesgo de inhalación de material particulado producto de actividades de demolición.
- 6) Proponer medidas ambientales para realizar una gestión y disposición segura y adecuada de escombros, producto de actividades demolición.

1.4.3. Objetivos Secundarios (Colaterales)

- 1) Determinar la posible presencia de fibras de amianto en el material particulado disperso en la demolición mediante análisis cualitativo.
- 2) Evaluar la exposición a fibras de amianto en el supuesto de que aparezca su presencia en el análisis cualitativo.
- 3) Identificar la normativa local aplicable sobre medidas para protección de la salud de trabajadores expuestos al riesgo de inhalación de material particulado en actividades de demolición, así como para protección del ambiente.

1.5. Preguntas de investigación

- 1) ¿Cómo y hasta qué punto los trabajadores de procesos de demolición de viviendas en el sector centro norte de la ciudad de Quito, están expuestos al riesgo de

inhalación de material particulado, como consecuencia de las técnicas de seguridad y ambiente empleadas actualmente para obras de demolición?

La pregunta de investigación tiene su respaldo mediante el análisis de estudios de caso referenciales donde se evalúe el factor de riesgo de exposición a material particulado inhalado por trabajadores de uno de los puestos de trabajo más representativos de la demolición. Para esto se aplica el método de “Determinación de materia particulada en aire – método gravimétrico MTA/MA – 014/A11” en conjunto con lo detallado en la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relacionados con los Agentes Químicos presentes en los Lugares de Trabajo RD 374/2001. En cuanto a las técnicas de seguridad y ambiente, se las identifica durante los estudios de caso a analizar, aplicando una ficha técnica en base a la normativa vigente.

- 2) ¿Hasta qué punto los profesionales de la construcción conocen sobre los riesgos de exposición a material particulado al que están expuestos los trabajadores de actividades de demolición?

Para dar respuesta a esta pregunta de investigación, se realiza una encuesta virtual a los profesionales de la construcción, la cual se valida por tres personas con experiencia en construcción, salud, seguridad y ambiente.

- 3) ¿Qué medidas de protección se pueden proponer para trabajadores expuestos al riesgo de inhalación de material particulado producto de actividades de demolición y cuáles medidas ambientales para realizar una gestión y disposición segura y adecuada de escombros?

A partir de los resultados de las preguntas de investigación N° 1 y 2 y en base a revisión bibliográfica, se definen medidas de protección aplicables a trabajadores expuestos a riesgo de inhalación de material particulado, así como medidas para gestión ambiental de escombros.

1.6. Revisión de la Literatura, Antecedentes o Fundamentos Teóricos

Los principales aspectos de la revisión bibliográfica se plantean de acuerdo al marco legal y marco teórico, dentro de este último se detallan los aspectos técnicos constructivos, de seguridad - salud y ambiente. En el aspecto técnico uno de los principales documentos que incluye la revisión de la literatura es el “Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas”.

En el marco teórico del aspecto técnico de seguridad y salud se cita para las estrategias de muestreo la “Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relacionados con los Agentes Químicos presentes en los Lugares de Trabajo RD 374/2001”, el método para “Determinación de materia particulada en aire – método gravimétrico MTA/MA – 014/A11”, la “Lista de Enfermedades Profesionales de la OIT”, entre otros.

Por último en cuanto al aspecto ambiental, se incluyen ordenanzas y reglamentos para gestión de residuos sólidos, desechos peligrosos y procesos de regularización ambiental, así como referencias de otros países sobre gestión y disposición final de escombros y residuos peligrosos.

1.7. Presunciones del Autor del Estudio

Uno de los principales requerimientos para desarrollar el trabajo de investigación es contar con los casos de estudio, es decir, con viviendas antiguas a ser demolidas en el sector centro norte de Quito. Estas demoliciones deben efectuarse durante el periodo abril a agosto, pero principalmente el constructor o empresa constructora responsable de realizar la actividad debe autorizar y brindar las facilidades logísticas para realizar el muestreo de material particulado en uno de los puestos de trabajo.

Se considera que las instituciones públicas donde se tramitan los permisos de construcción y demolición pueden proporcionar información sobre los lugares donde potencialmente se realizará una demolición, por lo cual se espera que brinden información respecto a los trámites en curso.

Otra de las presunciones es considerar viable el realizar una caracterización del número potencial de viviendas a ser demolidas en una parroquia específica, tomando como base información cartográfica de los catastros del sitio. El planteamiento es discriminar aquellas viviendas antiguas entre 40 y 60 años de construcción, no declaradas como patrimonio cultural, cuya área de terreno sea un espacio representativo y atractivo para la construcción de edificaciones.

En cuanto a los puestos de trabajo a tomar como referencia en el análisis de los estudios de caso, se considera posible realizar el muestreo del material particulado inhalado en dos o más puestos durante una misma demolición, sin embargo la corta duración de la actividad limita a que el muestreo se lo realice a uno solo.

Respecto al análisis de la composición del material particulado muestreado, se presume que se pueden analizar las muestras en un laboratorio especializado en el Ecuador, para

determinar la presencia de amianto, sílice cristalina, u otros. Sin embargo, el país no cuenta con metodología actualizada para realizar un análisis más profundo.

Por último respecto al grado de conocimiento de los profesionales de la construcción sobre los riesgos de exposición a material particulado, se presume que los profesionales encuestados desconocen en mayor porcentaje los riesgos de inhalación de partículas, las enfermedades y afectaciones a la salud de los trabajadores expuestos durante actividades de demolición.

En base a la introducción presentada, a continuación se encuentra la revisión de la literatura que sustenta el estudio, ésta se encuentra dividida en marco legal y marco teórico.

2. CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Los fundamentos teóricos que sustentan la investigación se clasifican en dos aspectos principales marco legal y marco teórico y dentro del marco teórico se detallan los aspectos técnicos constructivos, de seguridad - salud y ambiente.

Las principales fuentes primarias que se utilizan para fundamentar la investigación son apuntes realizados durante la ejecución de casos de estudio – demoliciones, encuestas a personal de la construcción, consultas técnicas a profesionales de seguridad y ambiente, libros, apuntes de clase y documentos oficiales de instituciones públicas y privadas. Por su parte entre las fuentes secundarias se encuentran guías técnicas, manuales para uso de equipos, métodos de toma de muestras, material de conferencias, tesis de pregrado - posgrado y publicaciones y revistas científicas.

2.1. Géneros de Literatura Incluidos en la Revisión

2.1.1. Fuentes

La información empleada para el desarrollo de la tesis se enmarca en el marco legal nacional e internacional, aplicable a los aspectos de construcción, ambiente, seguridad, salud e higiene del trabajo. Las fuentes se citan de acuerdo al orden jurídico establecido en la pirámide de Kelsen, agrupados por cada aspecto investigado. Las principales fuentes de las cuales proviene esta información es de normas publicadas en el registro oficial ecuatoriano y difundidas por el Sistema Integrado de la Legislación Ecuatoriana eSilec, sistema de información jurídica documental en plataformas informáticas LEXIS.

Adicional en el marco teórico - técnico, las principales fuentes son libros, guías técnicas, publicaciones y revistas científicas provenientes de bibliotecas físicas, virtuales y bases de datos especializadas en salud, higiene y ambiente, tales como los recursos electrónicos que ofrecen:

- Universidad San Francisco de Quito – USFQ:
 - Bibliotechnia: libros electrónicos en español.
 - Digitalia: base de datos de documentos y revistas electrónicas en español
 - OARE: colecciones de investigaciones en las ciencias ambientales
 - EBRARY: colección personalizada de libros electrónicos y base de datos en inglés
 - HINARI: colecciones de literatura biomédica y de salud
- Universidad de Huelva España - UHU
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo – INSHT
- Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional – (The National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH)
- Seguro de Accidentes Sociales de Alemania (German Social Accident Insurance - DGUV)
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency – EPA)
- Acceso en Línea a Investigaciones Ambientales (Online Access to Research in the Environment -OARE), alianza público-privada auspiciada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Yale University, entre otras.
- Consorcio de Bibliotecas Universitarias del Ecuador – COBUEC. Repositorios académicos ecuatorianos e internacionales de tesis de grado.

2.2. Pasos en el Proceso de Revisión de la Literatura

La revisión de la literatura se la realiza progresivamente en base a cada uno de los objetivos planteados, considerando el sustento bibliográfico y metodológico que se requiere para el cumplimiento de cada uno.

Tomando en cuenta que la primera parte de los objetivos específicos se los desarrolla durante la fase de ejecución de los casos de estudio, la revisión de la literatura en esta fase se centra en los procesos metodológicos aplicables que sustentarían las actividades de medición y evaluación del factor de riesgo de exposición a la inhalación de polvo. En este sentido se toma la sugerencia del profesor MSc. José Garrido, de la Especialidad de Higiene, respecto al método de Toma de Muestras y Análisis, “Determinación de Materia Particulada (Fracciones Inhalable, Torácica y Respirable) en Aire – Método Gravimétrico”, MTA/MA – 014/A11, (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)) publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Para el uso de los equipos de medición como la Bomba de muestreo, AirCheck Sampler (SKC Inc.) y el Monitor Portátil de Material Particulado Ambiental EPAM-5000 (SKC Inc.), se revisan los manuales técnicos publicados en las páginas de web de los proveedores y/o fabricantes, en función de los modelos y series de estos equipos.

Siguiendo con los objetivos específicos, para identificar las técnicas actuales aplicadas durante las actividades de demolición en los casos de estudio, se emplea una ficha general de identificación en campo de las medidas técnicas aplicadas para seguridad y para manejo de residuos. La ficha se elabora en base a lo establecido en la Norma Chilena Oficial NCh347. Of1999 sobre “Construcción – Disposiciones de Seguridad en Demolición”, el Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas y la Ordenanza Metropolitana N°332 de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Distrito Metropolitano

de Quito, publicados en el Sistema Integrado de la Legislación Ecuatoriana eSilec – LEXIS.

De la norma NCh347 se citan las disposiciones de seguridad para demoliciones aplicables a viviendas, del reglamento se toma principalmente lo relacionado a obras de demolición, equipos de protección colectiva, individual, derechos del trabajador e instalaciones provisionales. Por su parte de la Ordenanza N° 332 se toma lo indicado en las secciones de recolección especial y disposición final de escombros y recolección especial de residuos sólidos peligrosos.

La encuesta para determinar el grado de conocimiento de los profesionales de la construcción sobre riesgos de exposición a material particulado al que están expuestos trabajadores de actividades de demolición, se elabora tomando como referencia los requerimientos establecidos en el Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas (Ministerio de Trabajo y Empleo, 2008), y en lo relacionado a la salud, los datos se toman de la lista de enfermedades profesionales de la OIT, de la Resolución C.D. 390 – Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo, y de publicaciones virtuales realizadas por el Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional – CCSSO (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2014) y el Instituto Nacional para la Seguridad Ocupacional y Salud – NIOSH (Linch, y otros, 2014) (Williams, Tan-Wilhelm, Massengale, & al, 2004), referentes a los efectos del polvo, silicosis y enfermedades de los trabajadores de la construcción.

En cuanto a la revisión de la literatura para el desarrollo de los objetivos específicos restantes, es decir, aquellos que proponen medidas de protección para trabajadores expuestos y gestión de escombros, la búsqueda se realiza de acuerdo al sustento legal y técnico que requiere el desarrollo y cumplimiento de estos objetivos. Se revisa la normativa legal ecuatoriana publicada a través del sistema de información jurídica

documental en plataformas informáticas, LEXIS, así también a través de internet se revisan las bases de datos citadas en el numeral 2.1.1. En el marco legal se analiza la normativa aplicable en otros países respecto a las medidas y disposiciones de seguridad, salud y ambiente aplicadas para actividades de demolición, control de material particulado, polvo de construcción, gestión de escombros y residuos peligrosos. En el marco teórico - técnico se revisan publicaciones e investigaciones científicas relacionadas con enfermedades ocupacionales de los trabajadores de la construcción, efectos de la exposición a material particulado, a amianto, a sílice y a agentes químicos peligrosos. Se investigan estudios científicos, planes y programas para control de material particulado, polvo, emisiones y manejo, gestión y disposición final de escombros y residuos peligrosos.

Para esta búsqueda se utilizan las palabras clave de cada uno de los temas mencionados en el párrafo anterior y de cada base de datos se seleccionan documentos relacionados a la investigación para pasar a una lectura más profunda y selección de ideas principales.

2.3. Formato de la Revisión de la Literatura

La revisión de la literatura se realiza de acuerdo al marco legal y marco teórico - técnico, dentro del marco teórico se describen los aspectos constructivos, de seguridad - salud y ambiente. A continuación se detalla la información bibliográfica revisada para el desarrollo de la investigación.

2.3.1. Marco Legal

2.3.1.1. Convenio N° 162 de la Organización

Internacional del Trabajo, Utilización del Asbesto en Condiciones de Seguridad

El N° 162 en su artículo N°1 establece el ámbito de aplicación el cual abarca a todas las actividades en las que los trabajadores estén expuestos al asbesto en el curso de su trabajo.

El Ecuador como miembro del presente Convenio puede excluir determinadas ramas de actividad económica a determinadas empresas, cuando juzgue innecesaria su aplicación a dichas sectores o empresas.

Entre los principios generales el Convenio menciona en el artículo N°3 que la legislación nacional deberá prescribir las medidas que habrán de adoptarse para prevenir y controlar los riesgos para la salud debidos a la exposición profesional al asbesto y para proteger a los trabajadores contra tales riesgos.

En cuanto a medidas de prevención y protección en los artículos N° 9, 12, 15 el convenio establece reglas, procedimientos especiales, autorizaciones para la utilización del asbesto, prohibición respecto a la pulverización de todas las formas de asbesto y medidas pertinentes para prevenir o controlar el desprendimiento de polvo de asbesto en el aire, garantizando que se observen los límites de exposición y reduciendo la exposición al nivel más bajo.

En el artículo N° 17 el Convenio menciona que la demolición de instalaciones o estructuras que contengan materiales aislantes friables a base de asbesto y la eliminación del asbesto de los edificios o construcciones cuando hay riesgo de que el asbesto pueda entrar en suspensión en el aire, solo podrán ser emprendidas por los empleadores o contratistas reconocidos por la autoridad competente.

Así también exige que el empleador o contratista elabore un plan de trabajo en el que se especifiquen medidas destinadas a proporcionar la protección necesaria a los trabajadores, limitar el desprendimiento de polvo de asbesto en el aire y prever la eliminación de los residuos que contengan asbesto.

En los artículos N° 18 y 19 se dan pautas respecto al uso, limpieza mantenimiento de equipos de protección personal, ropa de trabajo, e instalaciones para aseo, así como también la eliminación de los residuos que contengan asbesto y medidas apropiadas para que no se produzca ningún riesgo para la salud de los trabajadores y el medio ambiente.

Por último en los aspectos de vigilancia de la salud e información, los artículos 20 y 22 establecen que el empleador deberá medir la concentración de polvos de asbesto en suspensión en el aire en los lugares de trabajo y velar por que todos los trabajadores expuestos sean informados de los riesgos para la salud, medidas preventivas y métodos de trabajo correctos.

2.3.1.2. Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decisión 584, 2004

Entre los aspectos más relevantes y aplicables a la investigación, el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo establece que los riesgos se deben combatir y controlar en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual. En caso de que las medidas de prevención colectivas resulten insuficientes, el empleador deberá proporcionar, sin costo alguno para el trabajador, las ropas y los equipos de protección individual adecuados.

2.3.1.3. Reglamento de Seguridad para el Uso del Amianto, 2000

El reglamento se aplica a todas las actividades en las que se utilice amianto en mezclas, por lo que determina que todas las empresas que usen amianto, deben registrarse o ser registradas en la División Nacional de Riesgos del Trabajo a fin de establecer las condiciones en que usa el amianto.

Al igual que en el Convenio N° 162 prohíbe la pulverización de todas las formas de amianto. Respecto a la medición y determinación de la concentración de las fibras de amianto, el reglamento menciona que la autoridad competente por medio de sus áreas especializadas, procederá a la toma de muestras en los puestos de trabajo y procesos que lo ameriten. Esta disposición se aplica actualmente para el caso de empresas que tengan hasta 49 trabajadores, ya que a partir de este número de trabajadores es responsabilidad de cada empleador. Los métodos utilizados para la toma de muestras y para la determinación de la concentración de la fibra, deben tener el visto bueno de la autoridad competente.

2.3.1.4. Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas, 2008

Establece las condiciones de trabajo, prácticas seguras, procedimientos, técnicas y mecanismos de trabajo para actividades específicas como el caso de demoliciones según el elemento a utilizar, retroexcavadora, bola de impacto, zapa, entre otros.

2.3.1.5. Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 052 "Seguridad e Higiene del Trabajo para el Uso del Amianto Crisotilo en las Actividades Laborales, 2011.

Establece métodos o prácticas adecuadas para proteger la vida, salud y la seguridad de las personas, en el uso o fabricación de materiales, productos, o elementos de amianto crisotilo y se aplica a cualquier actividad laboral en la que se utilice, procese o trabaje con este tipo de amianto.

Así mismo prohíbe la pulverización de productos que contengan crisotilo, excepto en los procesos industriales y bajo la aplicación de medidas de control del polvo.

En cuanto a mediciones de concentración de amianto, y métodos para la toma de muestras el reglamento establece los mismos lineamientos que el expedido en el año 2000, acotando que para la determinación de la concentración de la fibras de amianto, se deberá seguir metodologías internacionalmente aceptadas, tener el visto bueno de la autoridad competente y ser ejecutadas por profesionales y laboratorios nacionales o internacionales especializados, acreditados por la División de Riesgos del Trabajo. Sobre esto se conoce que en la actualidad no existen laboratorios especializados adicionales al de la Dirección de Riesgos del Trabajo, el cual no realiza muestreos y análisis desde hace varios años, es decir, en caso de requerirlo se deben actualizar y validar los métodos existentes.

2.3.1.6. Reglamento del Seguro General de Riesgos Del Trabajo, Resolución N°. C.D. 390, 2011

Mediante la aplicación de este reglamento se protege al afiliado y al empleador con programas de prevención de riesgos derivados del trabajo y se establecen acciones de reparación de los daños derivados de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales u ocupacionales.

En el artículo N° 7 se encuentra el concepto de enfermedades profesionales u ocupacionales las cuales pueden ser informadas al IESS en las unidades del Seguro General de Riesgos del Trabajo para el inicio de la investigación respectiva. El artículo N° 12 detalla el concepto de factores de riesgo: químico, físico, biológico, ergonómico y sicosocial.

El reglamento establece como enfermedades profesionales u ocupacionales aquellas publicadas en la lista de la Organización Internacional del Trabajo, OIT, así como las que

determine la Comisión de Valuaciones de Incapacidades, CVI. En el primer anexo se enlistan las enfermedades profesionales consideradas para la protección del seguro general de riesgos del trabajo; según el órgano o sistema afectado se encuentran:

- Neumoconiosis causadas por polvo mineral fibrogénico (silicosis, antracosilicosis, asbestosis)
- Neumoconiosis causadas por polvo mineral no fibrogénico
- Asma causada por agentes sensibilizantes o irritantes reconocidos e inherentes al proceso de trabajo
- Alveolitis alérgica extrínseca causada por inhalación de polvos orgánicos o de aerosoles contaminados por microbios que resulte de las actividades laborales
- Cáncer profesional
- Cáncer causado por Amianto o asbesto

2.3.1.7. Ordenanza Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Distrito Metropolitano de Quito N°332, 2011

La ordenanza establece y regula el funcionamiento el Sistema de Gestión Integral de los Residuos Sólidos del Distrito Metropolitano de Quito, fijando normas, principios y procedimientos por los que se rige el sistema.

Entre los principales artículos, se cita el N° 12, relacionado con la clasificación de los residuos sólidos y los conceptos de “Escombros y Otros” y “Residuos Peligrosos”. El primero corresponde a los que se generan por producto de construcciones, demoliciones y obras civiles, (...) chatarra de todo tipo que no provenga de las industrias y el segundo concepto comprenden los objetos, elementos o sustancias que se abandonan, botan, desechan, descartan o rechazan y que sean patógenos, tóxicos, venenosos, corto punzantes, explosivos, reactivos, radioactivos o volátiles, corrosivos e inflamables, así como los empaques o envases que los hayan contenido.

La ordenanza detalla además lineamientos para: recolección especial de residuos sólidos peligrosos, recolección especial de escombros, disposición final de residuos sólidos peligrosos, disposición final de residuos sólidos escombros y escombreras temporales.

2.3.1.8. Ordenanza Metropolitana N° 404, Reformatoria de la Ordenanza Metropolitana N° 213, “Del Medio Ambiente”, 2013

Mediante esta ordenanza se categorizan las actividades, se establecen procedimientos para revisión y aprobación de documentos ambientales, mecanismos de licenciamiento y los instrumentos de seguimiento y vigilancia ambiental.

La actividad de “Demolición de Edificios y Otras Estructuras” está calificada como actividad de impactos mínimos, por lo cual no aplica realizar ningún procedimiento, ni obtención de ningún permiso ambiental, sin embargo la legislación nacional se superpone a la local por lo cual este tipo de proyectos si requieren la obtención de una licencia ambiental tipo II, aspecto detallado en el numeral 2.3.1.11.

2.3.1.9. Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales. Acuerdo Ministerial N° 161, 2011

El reglamento N°161 establece lineamientos para generación, almacenamiento y recolección de desechos peligrosos, a continuación se citan los principales artículos siguiendo el orden de las fases mencionadas.

Artículo N° 181.- Todo generador de desechos peligrosos y especiales es titular y responsable del manejo de los mismos hasta su disposición final, siendo su

responsabilidad: d) almacenar acorde a las normas establecidas, f) identificar, caracterizar los desechos peligrosos y/o especiales, g) realizar la entrega únicamente gestores autorizados.

Artículo N° 187.- Dentro de la gestión, los desechos peligrosos o especiales deben permanecer envasados, almacenados y etiquetados aplicando para el efecto las normas técnicas pertinentes establecidas por el MAE, INEN u otras aplicables dentro del país. Los envases empleados en el almacenamiento deben ser utilizados únicamente para este fin.

Artículo N° 193.- Todo envase durante el almacenamiento debe estar debidamente etiquetado e identificado.

Artículo N° 200.- La recolección y transporte de desechos peligrosos deberá realizarse en transportes que posean la licencia ambiental respectiva.

2.3.1.10. Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales.

Acuerdo Ministerial N° 142, 2012

En el listado nacional de desechos peligrosos está especificado como parte de la actividad de la construcción, aquellos materiales que contienen amianto o asbesto y específicamente para la actividad de demolición. En artículo N° 2 menciona que son considerados desechos peligrosos, los establecidos en el Anexo B, a continuación se presenta el extracto de la tabla donde se evidencia lo citado.

Tabla N° 2.3.1

LISTADO No 1: DESECHOS PELIGROSOS POR FUENTE ESPECIFICA				
CIU	Descripción de categorías	CRITB	Código	Código
				Basilea
FF	Construcción			
41	Construcción de edificios			
	Materiales de construcción que contienen amianto/asbesto	T	F.41.02	Y36
43	Actividades especializadas de construcción: demolición y preparación del terreno, instalaciones eléctricas y acabado de edificios.			
-	Desechos de metales mezclados o fracciones separadas que contienen sustancias peligrosas.	T	F.43.01	Y18
-	Desechos de aislamiento que contienen amianto	T	F.43.02	Y36

Tabla N° 2.3.1: Extracto del Listado de Desechos Peligrosos

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2012)

2.3.1.11. Reforma al Título I y IV Del Libro VI del TULAS. Acuerdo Ministerial N° 006, 2014

El Acuerdo Ministerial N° 006 menciona que todos los proyectos, obra o actividades a desarrollarse en el país, deberán regularizarse ambientalmente, conforme a la normativa ambiental aplicable y a la categorización ambiental nacional. Las categorías de las diferentes actividades, obras y proyectos están establecidas en el Anexo I “Catalogo de Categorización Ambiental Nacional” (CCAN), el cual unifica el proceso de regularización ambiental en función de las características particulares de cada uno, y de los impactos y riesgos ambientales que generan al ambiente.

Tabla N° 2.3.2

Código CCAN	Descripción de las Actividades	Categoría (I, II, III, IV)
2.3	Construcción	
2.3.5	Demolición de edificaciones	
2.3.5.2	Demolición hidráulica, mecánica de edificaciones	
		II

Tabla N° 2.3.2: Extracto del Catalogo CCAN

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2014)

2.3.2. Marco Teórico

2.3.2.1. Aspecto Técnico Constructivo

La industria de la construcción - demolición es considerada una de las mayores productoras de desechos sólidos a nivel mundial. (Marzouk & Azab, 2014). Las técnicas de demolición son, técnicas agresivas que pueden producir cantidades importantes de polvo como consecuencia de la disgregación y rotura de los materiales implicados. Si estos materiales contienen amianto, es presumible que en la demolición se produzca la liberación

de sus fibras, pudiendo afectar a los trabajadores que realizan la demolición, así como contaminar el ambiente. Para evitar este riesgo se hace obligatoria la eliminación previa del amianto y de los materiales que lo contengan. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 29)

Las variedades de amianto, solas o en mezclas, han sido utilizadas como materia prima en la fabricación de numerosos y diferentes materiales y productos a los que confiere excelentes propiedades físicas y químicas (resistencia mecánica, incombustibilidad, no biodegradables, baja conductividad térmica, resistencia al ataque químico, etc.).

El caso más frecuente de presencia de materiales con amianto en la construcción se trata, normalmente de placas onduladas, con un contenido en amianto de entre el 10 y el 30 % en peso según su antigüedad. El amianto se encuentra mezclado con cemento, lo que hace a éste material poco friable. La posible liberación de fibras de amianto al ambiente puede producirse por el envejecimiento de la placa debido a los agentes atmosféricos, o por la acción mecánica sobre las mismas. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2010)

Los materiales con amianto son muy numerosos y de muy diversos tipos y formas de presentación. Las aplicaciones tradicionales donde puede encontrarse materiales con amianto son principalmente las siguientes:

- Aislamiento térmico, eléctrico y acústico.
- Materiales de fricción en frenos y embragues de vehículos y maquinaria.
- Procesos de filtración y electrolíticos donde se requiere resistencia al ataque químico.
- Materiales de fibrocemento (tejados, placas, tuberías, depósitos, etc.)

(Miangolarra, 2009, pág. 110)

- Componente de refuerzo para mejorar la resistencia a la tracción. Ha sido muy utilizado en su mezcla con cemento y plásticos, siendo el fibrocemento, en la fabricación de chapa ondulada para cubiertas.
- Materiales ignífugos (estructuras metálicas, cortafuegos) (Miangolarra, 2009, pág. 110)
- Jardineras, suelos de linóleo, planchas de techos, etc.) (Miangolarra, 2009, pág. 110)

En cuanto a sectores, su uso ha estado muy extendido en construcción de edificios, ferrocarriles, barcos y aviones y en el sector de la automoción. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 59)

En España desde Junio de 2002, está prohibida la producción, comercialización y utilización de amianto habiendo actualmente riesgo en los trabajos de demolición, reparación, mantenimiento o sustitución de los materiales o elementos que contengan amianto (Miangolarra, 2009, pág. 110). Por esta razón solamente están autorizadas a manejar amianto aquellas empresas que estén inscritas en el RERA (Registro de Empresas con riesgo de amianto), debidamente acreditadas por la Autoridad Laboral.

En Chile se ha utilizado asbesto desde el año 1935 en la fabricación de una gran cantidad de productos utilizados en diversas áreas, tales como la construcción, como por ejemplo en planchas lisas (tipo internit), planchas onduladas (tipo uralita o pizarreño), moldeados, tubería, pisos vinílicos (tipo flexit) y pegamento para ellos entre otros. (Garrido, 2006, pág. 1). Para tener una referencia sobre el uso de asbesto en el área de la construcción, en el Censo Nacional del año 2002 en Chile los resultados mostraron que en Santiago - Región Metropolitana el 46,5% de las viviendas particulares ocupadas presentaban cubierta tipo planchas onduladas de fibro-cemento, y en el país un 42,2%. (Garrido, 2006, pág. 1).

Los materiales con contenido en amianto se clasifican según su friabilidad, que es la característica que tiene más interés desde la perspectiva de prevención de riesgos. Se entiende por “friabilidad” la capacidad que tiene un material de liberar las fibras que contiene (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 59).

En función de esta característica se establecen dos agrupaciones:

- Materiales friables, son aquellos que cuando están secos pueden desmenuzarse, pulverizarse o reducirse a polvo simplemente con la presión de la mano.
- Materiales no friables, son aquellos en los cuales el amianto está firmemente retenido y no es fácil que se liberen fibras, necesita herramientas mecánicas para ser desmoronado o reducido a polvo. Los materiales friables son susceptibles de liberar fibras como consecuencia de choques, vibraciones o movimiento del aire. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 59)

Los materiales friables son los que suponen un mayor nivel de riesgo. Entre los ejemplos más representativos de estos materiales están: tableros aislantes, utilizados en la protección contra el fuego y como aislantes en la construcción y revestimiento de calderas e interiores de hornos, tejidos, para la confección de mantas, colchones, telones ignífugos, guantes, delantales, monos de trabajo, etc. utilizados en fundiciones, laboratorios, cocinas, teatros, cartones y productos de papel, utilizados como aislantes térmicos y eléctricos.

Por su parte entre los materiales no friables están fibrocemento, en forma de chapa ondulada para cubiertas, cisternas y depósitos, tubos de presión para redes de agua potable, depósitos, cisternas, bajantes, canalones, jardineras, etc. telas asfálticas (amianto mezclado con betún) para la fabricación de tejados semirrígidos, impermeabilizantes bajo tejas, chapas cubrejuntas, forros de canalones, losetas termoplásticas para pavimento, utilizadas en escuelas, hospitales y viviendas, plásticos reforzados.

Otro de los materiales usados en la industria de la construcción es el sílice cristalino, el cual puede tener varios tipos. El cuarzo, una forma de sílice y el mineral más común en la

corteza terrestre, está asociado con muchos tipos de roca. Otros tipos de sílice son la cristobalita y la tridimita. (Linch, y otros, 2014). Los productos hormigón y mampostería contienen arena y roca que contienen sílice. Puesto que estos productos son los materiales primarios para la construcción. Muchas actividades de la construcción pueden generar polvo con sílice cristalina: el pulido o el corte de concreto, la reparación de estructuras de mampostería, el uso del martillo neumático para romper el concreto o de equipos móviles de excavación por ejemplo: perforadoras, palas cargadoras, niveladoras, topadora niveladora de hoja recta y puente grúas (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2009).

2.3.2.1.1. Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas, 2008

El reglamento establece que antes de iniciar actividades de demolición se requiere un estudio previo, entre varias cosas para conocer la resistencia de los elementos a demoler, y establecer las medidas de protección a ser adoptadas.

En el aspecto técnico constructivo establece las operaciones previas que deberá realizar el profesional a cargo, tales como: supresión de instalaciones y eliminación de elementos poco estables, prevención de caída de materiales, entre otros.

En cuanto a materiales y escombros menciona efectuar un trabajo organizado y manejar adecuadamente los escombros.

El artículo N° 46 detalla las disposiciones de seguridad para efectuar una demolición por tracción, entre las principales se encuentran:

- Aislar los elementos a derrumbar
- Eliminar el riesgo de un hundimiento de los elementos sobre los trabajadores

- Todos los dispositivos de tracción que lo precisen serán sólidamente anclados a unos elementos resistentes y estables, evitándose las tracciones oblicuas.

2.3.2.1.2. Seguridad Práctica en la Construcción, 2009

Este libro brinda una referencia de sistemas constructivos, equipos, técnicas, materiales que se emplean en la industria de la construcción. Entre los aspectos aplicables a la investigación, que no han sido mencionados en los documentos anteriores se encuentra el orden de los trabajos de demolición, el uso de mascarillas auto filtrantes y ejecución de mediciones periódicas de ruido, polvo y gases, además que las cabinas de la maquinaria para la demolición deberá contar con cristales laminados e ir protegidos por una rejilla o malla metálica y en el caso de aparecer productos de construcción o revestimiento de amianto deberán eliminarse en otra operación para evitar la contaminación de los escombros.

Como materiales peligrosos menciona que es probable encontrar amianto en algunas instalaciones industriales, edificios comerciales, salas públicas y en viviendas más antiguas donde, se utilizaba, empaquetado, rociado o por secciones, como aislamiento o protección contra incendios.

2.3.2.1.3. Arquitectura de Quito una Visión Histórica, 1993

Respecto a las características de las construcciones antiguas en la ciudad de Quito se conoce de acuerdo a la revisión bibliográfica que el sector de La Mariscal Sucre, a partir de los años 70 se convirtió en un centro urbano de uso múltiple, el municipio creó ordenanzas que permitieron el derrocamiento de construcciones antiguas y la construcción de nuevos

edificios. Para la época de los años 70, con el “boom petrolero” se dio la posibilidad de construir grandes conjuntos de vivienda y oficinas en edificios en altura en el sector La Mariscal, desarrollándose la tecnología de la construcción y los sistemas estructurales y constructivos, especialmente a base de hormigón, hierro y ladrillo. La introducción de materiales como el aluminio, prefabricados de hormigón, plásticos y cerámicas, influyeron en el mejoramiento tecnológico. En los años 80 por su parte se dictaron ordenanzas que legalizaron el gran proceso de renovación que había empezado a producirse desde los años 70, en cuanto a altura de edificaciones y el diseño de vías y para este tiempo la actividad de mayor porcentaje de ocupación de predios seguía siendo la residencial. (Boada, Del Pino, González, & al, 1993, págs. 15-17)

2.3.2.2. Aspecto Técnico Seguridad y Salud

Como parte del aspecto técnico de seguridad y salud se describen los principales conceptos y detalle de los aspectos relacionados de la investigación, tales como material particulado, amianto, evaluación de factores de riesgo, métodos, estrategia y tipos de muestreo, medidas preventivas, enfermedades ocupacionales, entre otros. Para el caso de conceptos complementarios, en el numeral N°7 de la investigación se presenta el glosario de términos.

El material particulado es conocido también como “PM”, es una mezcla compleja de partículas extremadamente pequeñas y gotas líquidas. Las partículas contaminadas se componen de ácidos (tales como nitratos y sulfatos), productos químicos orgánicos, metales, y partículas de suelo o polvo (United States Environmental Protection Agency, 2013).

Los términos polvo y fibras son aplicables a la materia particulada suspendida en el aire que se produce por disgregación de materiales sólidos (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 60).

El tamaño de una partícula está directamente relacionado a su potencial de causar problemas de salud. Las partículas de igual o menor diámetro que 10 micrómetros son las que generalmente pasan a través de la garganta y nariz, entrando a los pulmones. Una vez inhaladas estas partículas pueden afectar al corazón, pulmones y causar serios efectos sobre la salud. (United States Environmental Protection Agency, 2013).

El término “polvo” se aplica con más frecuencia a los contaminantes cuyas partículas en el aire tienen forma redondeada o granular y fibras a los contaminantes, como es el caso del amianto, que se disgregan en partículas alargadas o filamentosas. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 60)

Los polvos son delgadas partículas sólidas divididas o suspendidas en el aire. Las partículas son "inorgánicas" u "orgánicas", dependiendo de la fuente del polvo. Los polvos inorgánicos pueden venir de la pulverización de metales o minerales tales como roca o suelos. Ejemplos de polvos inorgánicos son la sílice, asbestos y carbón (Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional, 2002).

Para propósitos de la salud ocupacional, las partículas suspendidas están categorizadas por su tamaño en respirables e inhalables. (Peterson, 2014). El polvo respirable es lo suficientemente pequeño para ingresar profundamente en los pulmones, usualmente son identificadas como partículas de tamaño menor a 2.5 micras de diámetro (PM2.5) y pueden ser emitidas de fuentes como incendios forestales o gases de plantas industriales, automóviles, entre otras (EPA). Estos sólidos diminutos migran lejos en el sistema respiratorio y superan los mecanismos naturales de limpieza del cuerpo, como las

membranas ciliadas y las mucosas, por lo que es probable que se retengan en el cuerpo (Peterson, 2014).

En contraste, las partículas más largas clasificadas como inhalables se las encuentra en lugares con polvo y cerca de industrias, éstas son comúnmente atrapadas en la nariz, garganta y tracto respiratorio superior (Peterson, 2014) y se encuentran entre 2.5 micras y 10 micras de diámetro.

En cuanto al término amianto, éste se utiliza para designar las formas fibrosas de un grupo mineral de silicatos naturales que se han utilizado comercialmente por sus excelentes propiedades físicas y químicas (resistencia mecánica, incombustibilidad, no biodegradabilidad, baja conductividad térmica y eléctrica, resistencia al ataque químico, etc.) (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009). El amianto es un cancerígeno de primera categoría 1A (11.16) de acuerdo con la clasificación de la Unión Europea (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009)

Los amiantos son silicatos en cadena que se presentan en formas y brozas. Hay dos tipos o grupos:

- Grupo serpentina – crisotilo
 - Silicato de magnesio hidratado, color blanco gris (Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos, 2000)

Crisotilo. También se le denomina asbesto serpentina o asbesto blanco, es el único representante del grupo de las serpentinas. Es el único tipo de asbesto que se utiliza comercialmente en el Ecuador. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

- Grupo anfíboles: hay 5 anfíboles asbestiformes:
 - Crocidolita: Silicatos de hierro y sodio (asbesto azul).
 - Antofilita: Silicatos de magnesio.

- Tremolita: Silicatos de calcio y magnesio.
- Otros: Amosita actinolita (Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos, 2000)

Las fibras de amianto respirables son aquellas cuyo diámetro sea inferior a 3 micras y su relación entre longitud y diámetro sea superior a 3.1. (Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos, 2000). Estas fibras de amianto revisten especial riesgo cuando son dispersadas en el aire e inapreciables a simple vista, (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009). El polvo de asbesto designa las partículas de asbesto en suspensión en el aire o las partículas de asbesto depositadas que pueden desplazarse y permanecer en suspensión en el aire en los lugares de trabajo (Ministerio de Relaciones Exteriores, 1990)

- *Evaluación de Factores de Riesgo:*

Para efectuar la evaluación de exposición a agentes químicos, como uno de los objetivos específicos a desarrollar en la investigación, se requieren los conceptos:

Zona de respiración: corresponde a la semiesfera de 0,30 m de radio que se extiende por delante de la cara del trabajador, cuyo centro se localiza en el punto medio del segmento imaginario que une ambos oídos y cuya base está constituida por el plano que contiene dicho segmento, la parte más alta de la cabeza y la laringe. (Garrido Roldán, 2014)

Exposición Laboral: la intensidad de la exposición viene determinada por la concentración (C) del agente químico en la atmósfera de trabajo y el tiempo de exposición y del contacto que tenga con el trabajador, mediante una vía de exposición apropiada, en el caso de la investigación la vía inhalable (Garrido Roldán, 2014).

Exposición diaria: Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real referida a una jornada estándar de 8 horas diarias (Garrido Roldán, 2014).

Límites de exposición profesional: son valores de referencia para la evaluación y control de los riesgos inherentes a la exposición, principalmente por inhalación, a los agentes químicos presentes en los puestos de trabajo y, por lo tanto, para proteger la salud de los trabajadores. No constituyen una barrera definida de separación entre situaciones seguras y peligrosas (Aguilar, Aragón, Argemí, & Cañedo, 2014, pág. 12)

Valores límite ambientales – VLA: son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud (Aguilar, Aragón, Argemí, & Cañedo, 2014, pág. 19).

Valor Límite Ambiental-Exposición Diaria (VLA-ED): corresponde al valor de referencia para la Exposición Diaria (ED), los VLA-ED representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos 8 horas diarias y 40 horas semanales durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud (Aguilar, Aragón, Argemí, & Cañedo, 2014, pág. 21)

A continuación se citan los valores límite ambiental para el caso de material particulado y amianto.

Tabla N° 2.3.3

Agente Químico	VLA-ED mg/m³
Partículas (insolubles o poco solubles) no especificadas de otra forma: Fracción inhalable	10
Partículas (insolubles o poco solubles) no especificadas de otra forma: Fracción respirable	3

Tabla 2.3.3: Valores Límite Ambientales (VLA-ED)

Fuente: (Aguilar, Aragón, Argemí, & Cañedo, 2014)

Tabla N° 2.3.4

Agente Químico	VLA-ED fibras /cm ³
Amianto	0,1

Tabla 2.3.4: Lista de Cancerígenos y Mutágenos con Valor Límite Asignado

Fuente: (Aguilar, Aragón, Argemí, & Cañedo, 2014)

- *Métodos, Estrategia y Tipos de Muestreo:*

En los últimos años se han desarrollado muchos procedimientos simplificados y, aunque cada uno presenta sus peculiaridades, existe una base común tanto en la sistemática de evaluación como en la información manejada. Las variables más frecuentemente utilizadas son:

- La peligrosidad del agente químico.
- La frecuencia de exposición.
- La cantidad utilizada o presente.
- La volatilidad o la pulverulencia.
- La forma de uso.
- El tipo de medida preventiva de control (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 78)

En la elección sobre el método a emplear intervienen factores tales como el tipo de actividad desarrollada, el número total de agentes y operaciones, el objetivo final de la evaluación. En cualquier caso es responsabilidad del usuario su correcta aplicación y el juicio sobre la bondad de los resultados así como la comprobación del funcionamiento de las instalaciones y medidas preventivas ya implantadas o a implantar. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 79)

El método que se aplica en la investigación es la “Determinación de Materia Particulada (Fracciones Inhalable, Torácica y Respirable) en Aire - Método Gravimétrico – MTA/MA-

014/A11”. Este método describe el procedimiento a seguir y el equipo necesario para la determinación gravimétrica de todo tipo de materia particulada suspendida en el aire (aerosol) (polvo de madera, polvo de sílice libre, humos de soldadura, nieblas de aceites, etc.) de los lugares de trabajo, captada mediante un elemento de retención apropiado (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)).

La evaluación del riesgo por inhalación se lleva a cabo por comparación de la concentración del agente químico en el aire ponderada en el tiempo con el valor límite ambiental del agente en cuestión. Los valores de la concentración de un agente químico en el aire se distribuyen siguiendo una ley de probabilidad logarítmico-normal (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 80).

Es favorable realizar mediciones en las condiciones más desfavorables, ya que, si en estas condiciones se respetan los valores límite, es posible obtener conclusiones globales con ahorro de medios, sin embargo es necesario tener prevista de antemano la posibilidad de no poder alcanzar una conclusión definitiva sobre la necesidad de intervenir para reducir la exposición. Esto se debe a que la concentración de un agente químico en aire es una magnitud normalmente variable a lo largo del tiempo y, en consecuencia, es posible que no se pueda obtener una conclusión definitiva respecto al futuro con la información que se obtiene de una evaluación de la exposición por inhalación durante un periodo de tiempo limitado (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 81).

En este sentido para concluir sobre una evaluación de exposición a material particulado, como es el caso de la investigación, se determinan los siguientes resultados:

Exposición aceptable: Significa que es muy improbable que la exposición observada supere el Valor Límite, tanto en el periodo de tiempo en que se ha realizado la evaluación

como en el futuro, mientras no haya cambios de la situación que puedan modificar la exposición.

Exposición inaceptable: A esta conclusión puede llegarse bien porque las mediciones realizadas muestran que se superan los valores límites aplicables, bien porque, aunque no se hayan obtenido resultados superiores a los valores límite, la exposición medida es de tal magnitud que resulta probable que se superen los valores límite en algunas ocasiones no medidas directamente. En estas condiciones se considera la situación como no aceptable y, lógicamente, se deberá proceder a su corrección.

Indeterminación: Significa que la exposición observada es tal que no permite alcanzar ninguna de las dos conclusiones anteriores. Es decir, los resultados obtenidos en las mediciones no superan los valores límite pero no permiten concluir con una fiabilidad aceptable si se superarán o no en el futuro. En este caso se puede optar por:

- a) Aumentar el número de mediciones, hasta tener datos suficientes que permitan obtener alguna de las otras dos conclusiones,
- b) Implantar directamente medidas de prevención y protección,
- c) Planificar una vigilancia periódica de la concentración ambiental, con la finalidad de comprobar de forma segura que la exposición se mantiene por debajo de los límites de forma continuada a lo largo del tiempo. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, págs. 81, 82)

Grupo Homogéneo de Exposición (GHE): varias personas que realizan tareas similares, en condiciones ambientales parecidas. Un mínimo de 1 trabajador por cada 10 que constituyan un GHE. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 83)

Estrategia de Medición: el número mínimo de muestras por jornada vendrá fijado por el tiempo de duración individual de las mediciones y la planificación de las mediciones. El criterio se basa en realizar un número de mediciones que representen, como mínimo, el 25% del tiempo de exposición (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 85).

Tipos de muestreo en una jornada de trabajo: la concentración media ponderada correspondiente a una jornada de trabajo se puede obtener midiendo durante la duración total de la jornada laboral o estimándola a partir de mediciones de duración inferior. Los resultados deben ser representativos de la exposición, esto significa que las concentraciones halladas deben corresponderse con las que existen en el puesto de trabajo. Para ello se definen diferentes formas de realizar la medición y para realizar la investigación se selecciona la tipo C.

“Los modelos de medición tipo C y D suponen muestrear parte del tiempo total de exposición de la jornada (entre el 70% y el 80% de la jornada) suponiendo que la concentración media del periodo muestreado sea extrapolable a la de la totalidad de la exposición. El muestreo tipo C se refiere a una sola muestra (...) en el modelo C los periodos muestreados son más cortos que la duración diaria de la exposición. Para que este tipo de muestreo sea representativo de la exposición diaria, es necesario que durante el periodo de tiempo no muestreado las condiciones sean similares a las del periodo muestreado” (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 85).

Medidas preventivas:

Es necesario adoptar medidas preventivas específicas en relación al riesgo de exposición por inhalación a un agente químico peligroso:

- Para el caso del amianto, agentes sensibilizantes, cancerígenos, mutágenos o tóxicos para la reproducción: deben tomarse siempre todas las medidas preventivas específicas razonablemente factibles con objeto de reducir el riesgo al mínimo posible, ya que para estos agentes no existen exposiciones “seguras” (aunque exista

un valor límite ambiental orientativo). Debe efectuarse también una vigilancia de la salud de los trabajadores (específica en relación con los posibles efectos del agente en cuestión) siempre que sea procedente.

- Para el caso del polvo, agentes cuyo valor límite ambiental ha sido establecido para evitar irritaciones leves, molestias o cualquier otro efecto de carácter leve que, de ocurrir, es directamente percibido por el trabajador: No es necesario tomar medidas preventivas específicas si no se producen los citados efectos. En caso contrario, debe revisarse la evaluación y deben adoptarse las medidas preventivas necesarias para evitar la repetición de los mismos. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 23)

Enfermedades:

El Environmental Working Group (EWG, siglas en inglés) estima que el mesotelioma, la asbestosis y los cánceres de pulmón y gastrointestinales relacionados al asbesto se han llevado más de 230.000 vidas entre 1979 y el 2001. (The Mesothelioma Center, 2013)

Un estudio realizado en una cabina cerrada de un modelo antiguo de maquinaria utilizada en la superficie de una mina de carbón indicó que el polvo respirable en la cabina era casi 13 veces mayor a los niveles de exposición recomendados por NIOSH (Cecala et al. 2004), citado en (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2009)

Las principales fuentes de polvo en una cabina cerrada, con poco sellado hermético, son el polvo transportado por el aire en el área de trabajo y el polvo que el propio operador arrastra consigo. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2009)

Desde 1968, más de 14000 empleados en los Estados Unidos han fallecido de silicosis, enfermedad que no es curable, pero se la puede prevenir. La industria de la construcción tienen uno de los números más altos de muertes debido a la silicosis (Williams, Tan-Wilhelm, Massengale, & al, 2004, págs. 6,7)

Entre los trabajos en los cuales está en riesgo de respirar polvo de sílice está la demolición de estructuras de hormigón y mampostería, por lo tanto los trabajadores que se ocupan de estas actividades de la construcción tienen riesgo de tener silicosis.

Algunos tipos de enfermedades de pulmón provocadas por inhalación de polvo se llaman por el término general "neumoconiosis". Esto simplemente quiere decir "pulmón polvoriento". Los cambios que ocurren en los pulmones varían con los diferentes tipos de polvo. Dado que las áreas lesionadas están separadas entre sí por tejido normal, los pulmones no pierden completamente su elasticidad. En contraste, el tejido con cicatriz producido luego de exposición al asbestos, berilio y cobalto se recubre completamente las superficies de las vías respiratorias profundas. Los pulmones se vuelven rígidos y pierden su elasticidad.

Si la cantidad de polvo supera los macrófagos, las partículas de polvo cubren las paredes internas de las vías respiratorias sin provocar cicatrices, pero solo produciendo un daño leve, o tal vez ninguno del todo. La tabla de abajo indica algunas de las enfermedades de pulmón más comunes provocadas por el polvo (Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional, 2002).

Tabla N°2.3.5

Tipos de neumoconiosis según la reacción pulmonar y al polvo		
Polvo inorgánico	Tipo de enfermedad	Reacción pulmonar
Asbestos	Asbestosis	Fibrosis
Sílice (Cuarzo)	Silicosis	Fibrosis
Berilio	<u>Enfermedad de Berilio</u>	Fibrosis
Polvo orgánico		
Heno mohoso, paja y granos	Pulmón del granjero	Fibrosis
Polvo compuesto	Pulmón de Manipuladores de Setas	Sin Fibrosis
Polvo o rocío	Fiebre humedecedora	Sin Fibrosis
Polvo de sedimentos tratado con calor	Enfermedad de sedimentos de aguas residuales	Sin Fibrosis

Tabla 2.3.5: Tipos de neumoconiosis según la reacción pulmonar

Fuente: (Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional, 2002)

Silicosis: la silicosis es una enfermedad de los pulmones incapacitadora y con frecuencia mortal causada por respirar polvo que contiene partículas muy pequeñas de sílice cristalina que se encuentra en el concreto, en las obras de albañilería, en la arenisca, en las rocas, en las pinturas y en otros abrasivos. Cuando los trabajadores aspiran sílice cristalino, el tejido pulmonar reacciona desarrollando nódulos fibróticos y produciendo cicatrices alrededor de las partículas de sílice atrapadas. Esta condición fibrótica del pulmón se denomina silicosis. Si los nódulos crecen demasiado, la respiración se hace difícil y puede producirse la muerte. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2009)

Existen 3 tipos de silicosis:

- Crónica: se presenta después de 10 años de contacto con niveles bajos de sílice cristalina, es el tipo más común y puede ser detectada durante 15 a 20 años después de la exposición.
- Acelerada: resulta del contacto con niveles más altos de sílice cristalina y se presenta 5 a 10 años después del contacto.
- Aguda: puede presentarse después de solo semanas o meses de estar en contacto con niveles muy altos de sílice cristalina. La muerte ocurre a los pocos meses. Los pulmones se ahogan en su propio fluido. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2009).

Entre los síntomas principales de la silicosis se encuentra la dificultad para respirar, tos fuerte y debilidad, adicionalmente pueden resultar infecciones pulmonares como la tuberculosis (Williams, Tan-Wilhelm, Massengale, & al, 2004, págs. 10,11).

Las pruebas indican que el sílice cristalino es un carcinógeno ocupacional potencial. (Linch, y otros, 2014), el límite de exposición permisible recomendado por NIOSH para el sílice cristalino respirable es de 0.05 mg/m^3 ($50 \text{ }\mu\text{g/m}^3$), tal como un TWA por hasta 10

días/hora durante una semana de trabajo de 40 horas (NIOSH 1974), citado en (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 1996).

Asbestosis: La asbestosis es una enfermedad crónica, grave, y progresiva de los pulmones, no es un cáncer, es una enfermedad que restringe el funcionamiento de los pulmones haciendo más difícil la respiración. La asbestosis es provocada por la inhalación de fibras de asbesto que irritan e inflaman los tejidos, lo cual crea cicatrización de los tejidos del pulmón. Junto con la cicatrización del tejido pulmonar puede ocurrir cicatrización a lo largo de la membrana de la pared torácica llamada pleura. El tejido cicatrizado hace difícil el respirar y dificulta el paso de oxígeno y dióxido de carbono a través de los pulmones. El resultado final de la progresión, es la falla de los pulmones y eventualmente la falla del corazón, debido al esfuerzo que se está poniendo en el corazón. (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades ATSDR, 2004)

Entre los principales signos y síntomas de la asbestosis se encuentran:

- falta de respiración
- tos persistente y productiva
- rigidez del pecho
- dolor de pecho
- pérdida de apetito
- un sonido seco, crujiente de los pulmones mientras se inhala.

Asma: El asma es una enfermedad inflamatoria crónica de las vías respiratorias, siendo una de las enfermedades más comunes que duran toda la vida. Esta enfermedad afecta los pulmones, ocasionando episodios recurrentes de sibilancias, dificultad para respirar, presión en el pecho y tos. Aunque el asma no se puede curar, es posible controlarla

eficazmente para reducir y prevenir los ataques de asma, también conocidos como episodios de asma. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2011)

La contaminación atmosférica puede desencadenar un ataque de asma. Esta contaminación puede provenir de las fábricas, los automóviles y otras fuentes. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2012).

Alveolitis Alérgica: La neumonitis por hipersensibilidad se denomina también como alveolitis alérgica extrínseca. La enfermedad ocurre principalmente en los alvéolos y en los bronquiolos terminales, en respuesta a polvos orgánicos asociados con profesiones específicas. Las exposiciones recurrentes pueden producir una enfermedad crónica con fibrosis intersticial y disnea severa. La neumonitis por hipersensibilidad es una enfermedad pulmonar grave inducida por la respuesta del sistema inmunitario a la inhalación repetida de materia orgánica (material que organismos vivos tal como plantas, animales, bacterias u hongos) u otros agentes sensibilizantes. Existen docenas de diferentes hongos, bacterias, proteínas de animales, plantas y químicos que son los causantes de la neumonitis por hipersensibilidad (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2012).

Cáncer (Vías Respiratorias): el cáncer de pulmón, por ejemplo, es un resultado directo de la exposición al asbesto y algunos estudios sugieren que existe una asociación entre la exposición al asbesto y el cáncer gastrointestinal y colorrectal. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud aproximadamente la mitad de las muertes por cáncer de tipo ocupacional son causadas por el asbesto. El cáncer de pulmón por exposición al asbesto es diagnosticado más que cualquier otro tipo de enfermedad relacionada al asbesto en Estados Unidos. The Environmental Working Group estima que entre 5.000 y 10.000 muertes relacionadas a esta enfermedad se han registrado cada año durante las últimas dos

décadas. A diferencia del mesotelioma, el riesgo del cáncer de pulmón es mayor entre aquellos fumadores expuestos al asbesto. El efecto sinérgico del humo y el asbesto despierta drásticamente a los pulmones y hace que aquellos fumadores expuestos al mineral tengan más probabilidad de desarrollar un cáncer de pulmón. (The Mesothelioma Center, 2013)

Mesotelioma: El cáncer de mesotelioma es la única enfermedad relacionada a la exposición al asbesto causada únicamente por el asbesto. El mesotelioma se puede desarrollar después de que alguien inhala o ingiere una gran cantidad de asbesto por mucho tiempo.

La inflamación y el daño causado en el ADN pueden resultar por la exposición al asbesto y eventualmente puede convertirse en la formación de un tumor en el recubrimiento de los pulmones (pleura) o en la cavidad abdominal (peritoneo). (The Mesothelioma Center, 2013).

Mesotelioma Pleural: El mesotelioma pleural es uno de los cuatro tipos de mesotelioma y es responsable por el 75 por ciento de los diagnósticos de las enfermedades relacionadas a la exposición al asbesto. La enfermedad se desarrolla en la pleura, la membrana protectora de los pulmones que puede ser atribuida directamente a una fuerte o consecuente exposición ocupacional o inhalación de fibras de asbesto. Una vez que estas fibras son inhaladas, migran directamente a la membrana pleural, en donde se alojan y van irritando la pleural y como consecuencia pueden llegar a causar mesotelioma pleural. En el caso de este tipo de cáncer, el asbesto penetra directamente en las células pleurales. Si estas células son cancerígenas, se multiplican de manera incontrolable y se forman tumores.

La expectativa de vida de un paciente que padece de esta enfermedad es entre 4 a 18 meses y el 80 por ciento de las personas que contraen mesotelioma pleural son hombres de la

tercera edad que han tenido exposición al asbesto en sus trabajos y con un cierto periodo de tiempo en el que la enfermedad tardó en aparecer. Los primeros síntomas que presenta un paciente son tos y respiración corta. Esto es causado principalmente por la capacidad reducida de los pulmones y la retención de líquido a los lados de la pleura.

Los síntomas del mesotelioma pleural salen a relucir mucho después de que la primera exposición tomo lugar y puede llegar a confundirse con una enfermedad mucho menos severa como influenza o neumonía. Todo esto se une a que es bastante difícil para los expertos definir la diferencia entre este tipo de cáncer y el adenocarcinoma, un tipo común de cáncer de pulmón. (The Mesothelioma Center, 2013)

Histoplasmosis: Un riesgo menos conocido, pero asociado con polvo en el aire producto de la deconstrucción de las estructuras más antiguas es la histoplasmosis, una enfermedad infecciosa causada por inhalación de esporas de hongos que se encuentran comúnmente en los excrementos de pájaros y murciélagos. Cuando se liberan por demoliciones o trabajos de excavación, el hongo afecta principalmente a los pulmones, aunque sus síntomas son muy variables.

La enfermedad puede aparecer como una enfermedad respiratoria leve similar a la gripe, a menudo con una combinación de síntomas que pueden incluir malestar general , fiebre, dolor en el pecho, tos, dolor de cabeza, pérdida de apetito, dificultad para respirar, dolores articulares y musculares, escalofríos y ronquera . La histoplasmosis, enfermedad pulmonar crónica, se parece a la tuberculosis y puede empeorar durante meses o años y en algunos pacientes es mortal si no se trata, incluso cuando se recibe tratamiento médico. La mayoría de los adultos infectados no presentan efectos nocivos a largo plazo, o presentan síntomas tan leves que no buscan atención médica y puede que ni siquiera se den cuenta de que la histoplasmosis fue la causa (Peterson, 2014)

2.3.2.3. Aspecto Técnico Ambiente

Bajo la denominación de residuos de construcción y demolición se incluye una variada cantidad de materiales, podrían dividirse en dos grandes grupos, los de origen pétreo (hormigones, cerámicos y mampostería), que pueden estar en un amplio margen entre el 50% y el 90% según la tipología de la edificación, y los no pétreos. Los no peligrosos forman un gran cajón de sastre que abarca desde los metálicos férricos o no férricos, hasta los ligeros (maderas, plásticos, moquetas, etc.) (Voladuras y Demoliciones, 2004). Según un estudio de composición de este tipo de materiales llevado a cabo por la Comunidad Autónoma de Madrid, los que van a los vertederos, contienen:

- Escombros: 75 %
- Ladrillos, azulejos y otros cerámicos: 54%
- Hormigón: 12 %
- Piedra: 5 %
- Arena, grava y otros áridos: 4 %
- Madera: 4 %
- Vidrio: 0,5 %
- Plástico: 1,5 %
- Metales: 2,5 %
- Asfalto: 5 %
- Yeso: 0,2 %
- Papel: 0,3 %
- Basura: 7 %
- Otros: 4 %

Los residuos producto de obras de demolición también son de tipo tóxico o peligroso, como aquellos materiales que contienen amianto, por esta razón se debe tener presente que si se mezclan los escombros de la demolición (no peligrosos) con restos de materiales que

contengan amianto, los escombros se consideran como material contaminado, requiriéndose procedimientos y autorizaciones especiales para eliminación de estos residuos.

Las estimaciones de generación de residuos de construcción y demolición en la Unión Europea varían desde los 720 kilogramos/hab/año en Alemania y Holanda, a los 170 de Irlanda y Grecia y la media de la Unión Europea es de 480 kilogramos/hab/año. Actualmente la media comunitaria sitúa el reciclaje de residuos de construcción y demolición entre el 25-30 % de la producción, terminando el 70-75 % en un vertedero o escombrera (Secretaría General de Medio Ambiente, 2001).

En el año 2003 en Madrid el costo de eliminación de residuos inertes en vertedero o escombrera subió un 1.200 %. Es decir, existe una tendencia a penalizar económicamente el vertido o depósito de residuos, que es generalizada en otros países europeos (Voladuras y Demoliciones, 2004). Éstas rápidas y elevadas subidas de los costos de vertido suponen, en ciertas zonas, que este concepto alcance el 50 % del presupuesto total de la obra de demolición, que incluye la propia ejecución material de la demolición, la carga, el transporte y el pago de los escombros vertidos (Voladuras y Demoliciones, 2004).

Para lograr un adecuado manejo de residuos un proyecto de derribo de infraestructura, debe ir acompañado de una "Memoria ambiental o "Estudio de Gestión de Residuos de Demolición", en el cual se especifique:

- Relación de residuos previstos y volumen (estimación de la cantidad)
- Separación selectiva
- Destino final de los residuos
- Gestión de los residuos peligrosos (operaciones de reutilización, eliminación, separación en obra)
- Incidencia de polvo y ruido en el entorno
- Ruta más adecuada para el retiro de los residuos.

- Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo y separación.
- Valoración del coste.
- Inventario de los residuos peligrosos y previsión de su retirada selectiva (Miangolarra, 2009)

La ordenanza Metropolitana de Gestión de Residuos Sólidos en el Distrito Metropolitano de Quito especifica que la recolección especial de residuos sólidos peligrosos requiere un manejo diferenciado entre los que son peligrosos y los que no. La recolección especial de escombros es de responsabilidad del productor desde su recolección hasta la disposición final en sitios autorizados ya que es obligación del productor y constructor velar por el manejo y disposición final del escombros, sin afectar el ornato de la zona por lo que debe contratar un servicio de recolección especial (Concejo Metropolitano de Quito, 2011).

En cuanto al traslado de escombros cada transportista deberá contar con un permiso de movilización, expedido por el Municipio ya que es el único documento que autoriza la circulación de este tipo de residuos. La licencia de construcción debe indicar el punto de disposición de todos los productos procedentes de obras de construcción, vaciado, derribo y el volumen estimado de residuos a generar.

En cuanto a la disposición final, el Acuerdo Ministerial N° 161, sobre Residuos Peligrosos, exige una correcta disposición final mediante gestores ambientales calificados. En el Ecuador la empresa “GYPAM” brinda servicio de recolección y transporte de residuos que contienen amianto en todo el país, por su parte la empresa “HAZWAT” es la única que mediante celdas de seguridad brinda servicio de disposición final de este tipo de residuos. Hasta la fecha el Ministerio de Ambiente no ha autorizado a ningún gestor para realizar tratamiento de residuos peligrosos con amianto. Por último los residuos sólidos no peligrosos (escombros) se colocan en sitios autorizados por el municipio, entidad que

establece los sitios temporales con las debidas precauciones de manejo ambiental. (Concejo Metropolitano de Quito, 2011)

Regularización Ambiental: Las actividades de demolición hidráulica y/o mecánica de edificaciones están categorizadas como categoría II, por lo cual de acuerdo a lo indicado en el Acuerdo Ministerial N° 006 deben regularizarse y obtener la licencia ambiental mediante el registro ambiental y aprobación de una ficha ambiental y plan de manejo ante la autoridad ambiental.

La Secretaría de Ambiente regula las actividades que se ejecutan en el Distrito Metropolitano de Quito, desde la expedición del Acuerdo Ministerial N° 068, el 31 de Julio 2013 que posteriormente fue reformado por el Acuerdo Ministerial N° 006. Cabe recalcar que tras la consulta efectuada en la Secretaría de Ambiente no se ha tramitado ningún permiso ambiental para demolición de edificaciones durante el tiempo que está vigente el acuerdo N° 068, es decir, hace más de un año.

Control Ambiental: El control ambiental, o muestreo del ambiente en los puestos de trabajo, tiene por objeto evaluar la exposición a la inhalación de las sustancias químicas en dichos puestos, midiendo la concentración de los contaminantes en el aire. Los TLV's se utilizan como valor de referencia o Criterios de Valoración.

3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Las metodologías de investigación científica empleadas para el desarrollo de la tesis conjugan tres tipos de estudios, cualitativo (estudio de casos), descriptivo y teórico (Montero & León, 2002, pág. 3) los cuales fueron aplicados de acuerdo a los objetivos específicos planteados para la investigación.

- Estudio Cualitativo: estudios descriptivos no estructurados que se refiere a una única unidad muestral (Montero & León, 2002, pág. 3), esta metodología refiere al grupo de obras de demolición que se llevaron a cabo durante el periodo de investigación de campo. Este estudio de casos es de tipo intrínseco, es decir que el investigador no elige la muestra (Montero & León, 2002, pág. 3) esto debido a que las demoliciones se caracterizan por ser obras puntuales, rápidas y esporádicas, lo que limita la selección de las obras a estudiar, únicamente se sesga a viviendas antiguas entre 40 y 60 años de construcción en el sector centro norte de Quito.

El estudio de casos refiere a un grupo de procesos de demolición de viviendas que se realizaron por diferentes profesionales de la construcción en el transcurso de ejecución de la tesis. En estas demoliciones se realizó el muestreo del material particulado disperso durante el proceso, con la finalidad de medir y evaluar el factor de riesgo de exposición a la inhalación de polvo de uno de los puestos de trabajo identificados como principales.

- Descriptivo: utiliza observación sistemática, natural o estructurada, incluye estudios donde se han utilizado encuestas con un objetivo descriptivo (Montero & León, 2002, pág. 3). Con la aplicación de esta metodología se elaboró el flujo grama de

identificación de puestos de trabajo y tareas efectuadas para procesos de demolición de viviendas.

Se detallaron las técnicas de seguridad y ambiente aplicadas durante la demolición de viviendas, las cuales fueron observadas de forma directa durante los estudios de caso disponibles. Complementariamente se realizaron encuestas virtuales a profesionales de la construcción para determinar su grado de conocimiento sobre los riesgos de inhalación de material particulado de los trabajadores expuestos en procesos de demoliciones.

- Teórico: el estudio teórico incluye todo trabajo de revisión en el que no se aporten datos empíricos (Montero & León, 2002, pág. 3). Con la aplicación de esta metodología de investigación se recopiló información bibliográfica para analizar técnicas de demolición, plantear medidas para protección de los trabajadores expuestos y determinar medidas ambientales para gestionar adecuadamente los escombros producto de demoliciones y actividades constructivas aplicadas en otros países.

3.1. Justificación de la Metodología Seleccionada

La selección de las tres metodologías investigativas cualitativa, descriptiva y teórica permitió responder complementariamente a las preguntas de investigación. Por una parte, a través del estudio de casos se obtuvo una referencia de la exposición de trabajadores a la inhalación de material particulado existente en un proceso de demolición, a través de la medición y evaluación del factor de riesgo en las condiciones de trabajo habituales del personal que realiza la actividad.

Por otro lado, aplicando la metodología descriptiva se constataron y evidenciaron las técnicas empleadas para realizar una demolición desde el punto de vista de seguridad como de protección al ambiente. La observación directa en los estudios de caso analizados, favoreció al investigador a conocer con certeza las prácticas comunes, habituales, técnicas y anti-técnicas que aplican los trabajadores durante el proceso de demolición, así como la supervisión y el control que ejercen los profesionales de la construcción para garantizar la seguridad de sus trabajadores y reducir el impacto al ambiente.

En este sentido y bajo la misma metodología se realizaron encuestas a través de las cuales se determinó el grado de conocimiento del profesional de la construcción, en relación a los riesgos de exposición a material particulado de los trabajadores durante un proceso de demolición. La encuesta aplicada fue de carácter anónima considerando que el objetivo a alcanzar indaga respecto al conocimiento del profesional principalmente en la rama de seguridad, a la vez que alerta y/o concientiza sobre las responsabilidades que tiene como constructor en este tipo de procesos.

Tras alcanzar respuestas a las preguntas de investigación, se empleó la metodología teórica para establecer un plan de gestión en seguridad y ambiente enfocado en reducir los riesgos de exposición a material particulado y minimizar los impactos al ambiente producidos por actividades de demolición.

3.2. Herramienta de Investigación Utilizada

A continuación se presenta el detalle de las herramientas de investigación utilizadas para el desarrollo y cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos y secundarios.

3.2.1. Objetivos Específicos

3.2.1.1. Objetivo específico N° 1: Identificación de puestos de trabajo y tareas

Aplicando la metodología descriptiva se evidenció en los estudios de caso las tareas y actividades que componen la demolición, se elaboró un flujo grama del proceso, identificando sub-actividades, elementos de entrada al proceso como personal, materiales y equipos y elementos de salida como residuos.

Tomando esta referencia e información bibliográfica sobre construcciones y demoliciones, se revisó el flujo grama con un profesional de la construcción con experiencia en procesos de demolición y se ajustaron detalles sobre la información planteada.

3.2.1.2. Objetivo específico N° 2: Medir y evaluar el factor de riesgo

Para alcanzar el objetivo planteado se aplicaron varias herramientas investigativas que se detallan a continuación siguiendo el orden en el que fueron aplicadas.

En cuanto a la determinación de los casos de estudio, es decir, la selección de los procesos de demolición, se aplicaron diferentes estrategias para encontrar el sitio. Como primera gestión se solicitó a las instituciones públicas donde se tramitan los permisos de construcción y demolición, información sobre los lugares donde potencialmente se realizaría una demolición en función a los trámites en curso. Debido a la etapa de transición del gobierno local municipal y a otros factores, no fue posible contar con esta información. (Ver anexo N°1)

Como siguiente estrategia se solicitó a los colegios profesionales como Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha - CICP, Colegio de Arquitectos del Ecuador – CAE y

Cámara de la Industria de la Construcción – CAMICON, difundir en los boletines virtuales, el requerimiento de una obra de demolición donde se pueda realizar la fase de campo de la tesis de maestría. La solicitud no tuvo mayor respuesta, se tuvieron dos voluntarios cuyas instalaciones a demoler no cumplían con el alcance de la investigación, se trataban de edificaciones comerciales. (Ver Anexo N°2)

Las dos estrategias exitosas fueron la observación de campo, es decir, recorridos continuos por zonas residenciales en el centro norte de la ciudad, donde se visualicen viviendas cercadas, en proceso de desmantelamiento, o anuncios de futuras edificaciones. Y la segunda estrategia exitosa fue realizar acercamiento telefónico con las empresas que alquilan maquinaria pesada para construcción y solicitar información sobre futuros contratos en los que incluyan demolición de viviendas antiguas. Una vez proporcionada la información, se tomó contacto con la empresa constructora o constructor individual para solicitar formalmente la autorización y realizar el monitoreo de material particulado durante la demolición.

Para la medición y evaluación del factor de riesgo de exposición a la inhalación de material particulado se aplicó el Método de Toma de Muestras y Análisis, “Determinación de Materia Particulada (Fracciones Inhalable, Torácica y Respirable) en Aire – Método Gravimétrico”, MTA/MA – 014/A11 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Los principales aparatos y materiales empleados fueron:

1. Bomba de muestreo, AirCheck Sampler Model 224-PCXR4 - SKC
2. Elemento de retención, SKC Omega Speciality Instrument
3. Balanza analítica, Symmetry Cole Parmer PA120

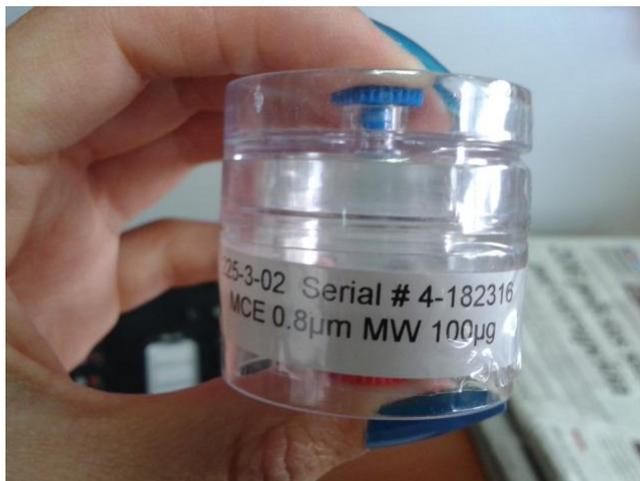
Fotografía N° 3.2.1



Fotografía N° 3.2.1: Bomba de muestreo, AirCheck Sampler

Fuente: Autora, 2014

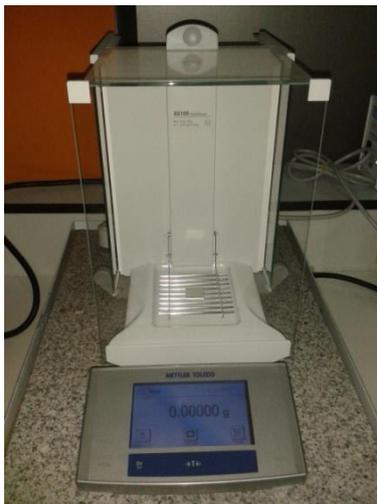
Fotografía N° 3.2.2



Fotografía N° 3.2.2: Elemento de retención

Fuente: Autora, 2014

Fotografía N° 3.2.3



Fotografía N° 3.2.3: Balanza analítica

Fuente: Autora, 2014

Complementariamente a la bomba de muestreo, se utilizó el monitor portátil de material particulado ambiental EPAM-5000, que aunque no es forma parte del método MTA/MA – 014/A11, se lo empleó para evaluar la exposición a la inhalación de las sustancias químicas en los puestos de trabajo, midiendo la concentración de los contaminantes en el aire (Garrido Roldán, 2014, pág. 35), del puesto de trabajo “operador de maquinaria”.

Los equipos bomba de muestreo, monitor de material particulado y balanza analítica cuentan con certificados de calibración, los cuales se verificaron previo a ser utilizados.

El uso de estos equipos durante los estudios de caso, fue efectuado directamente por el investigador, quien empleó como guía y referencia las instrucciones del director de la investigación y el detalle de los manuales de uso de los equipos antes mencionados.

Para determinar el tipo de muestreo se aplicó la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relacionados con los Agentes Químicos presentes en los Lugares de Trabajo RD 374/2001, muestreo tipo C durante el 70 – 80% de la jornada mediante una sola muestra (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

(INSHT), 2013, pág. 87). Se empleó este tipo de muestreo considerando que las demoliciones de viviendas son actividades no rutinarias que se efectúan puntualmente en ocasiones específicas, es decir, el tiempo de duración de la jornada laboral no siempre es de 8 horas, esto depende de las características, dimensiones, localización de la vivienda, así como de la programación del trabajo a efectuarse, ya que requiere coordinación con la fase de retiro de escombros que está sujeta a la disponibilidad y frecuencia de las empresas que brindan este servicio.

En los tres estudios de caso se muestreó el 70 – 80% de la jornada, de acuerdo a lo citado anteriormente, la bomba de muestreo personal se colocó en la zona de respiración de los operadores de maquinaria (retroexcavadora), (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2014) específicamente en la solapa de la vestimenta superior de los tres trabajadores expuestos. Previo al inicio del muestreo se ajustó el caudal de funcionamiento de la bomba a 2,5 litros /minuto.

Fotografía N° 3.2.4



Fotografía N° 3.2.4: Uso de bomba de muestreo personal

Fuente: Autora, 2014

Para cada uno de los casos de estudios se utilizaron elementos de retención sellados, filtros de PVC de 37 mm de poro que fueron pesados horas antes de iniciar el muestreo durante la demolición. Se colocó uno en la bomba de muestreo, más tres filtros blancos ubicados al interior de la retroexcavadora, frente al operador.

Fotografía N° 3.2.5



Fotografía N° 3.2.5: Elemento “blanco” de retención colocado al interior de la máquina

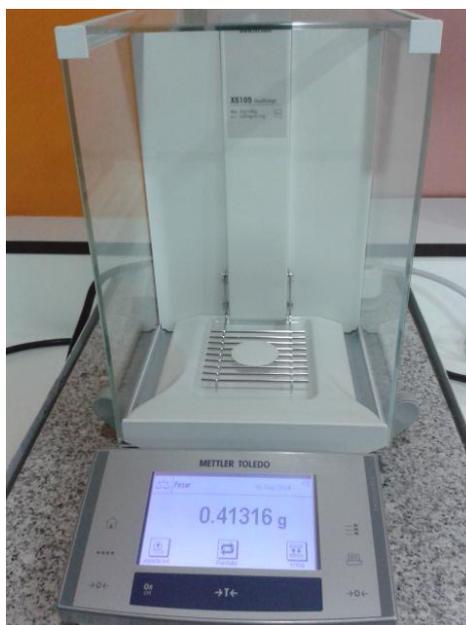
Fuente: Autora, 2014

Las protecciones del muestreador (tapas de seguridad de los filtros) fueron retiradas para iniciar el muestreo y colocadas una vez terminado el tiempo de exposición. Los filtros se guardaron en fundas con cierre hermético, diferenciados los blancos de los usados en la bomba con la rotulación respectiva. Al final del muestreo se registraron los datos del caudal de la bomba, el tiempo de exposición transcurrido, la hora de finalización, entre otras observaciones.

El análisis de las muestras se realizó al día siguiente de cada estudio de caso, para lo cual se verificaron las condiciones que determina el método, como limpieza, condiciones ambientales, calibración de equipos, entre otras. Para pesar el elemento de retención, se utilizó una balanza analítica de 5 dígitos, lo establecido por el método es una balanza

analítica capaz de pesar con una resolución de 6 o 5 cifras (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), pág. 4). No se utilizó una de 6 dígitos debido a que en el medio no se utilizan balanzas con esta precisión. Se registraron los valores obtenidos en la balanza, después de pesar tres veces cada uno de los filtros utilizados, se selló cada elemento de retención y se los guardó en la misma funda de sello hermético. (Ver anexo N°3 fotografías de los muestreos en los casos de estudio).

Fotografía N° 3.2.6



Fotografía N° 3.2.6: Balanza analítica con elemento de retención

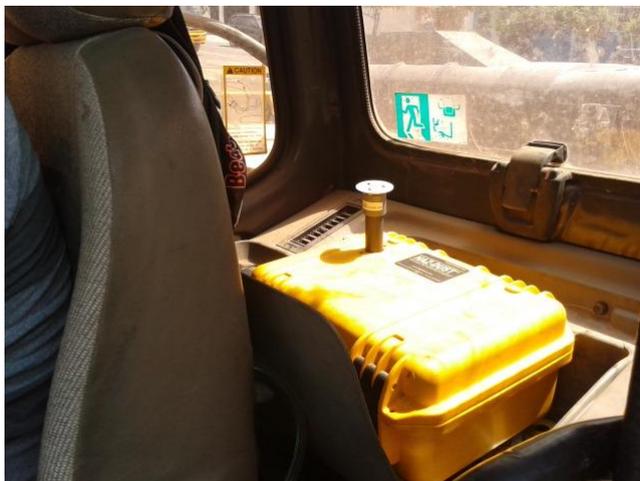
Fuente: Autora, 2014

Este procedimiento, se basa en las probabilidades de superar el valor límite asumiendo un determinado error a favor de una filosofía preventiva, no asegura cuál es el valor de la concentración media ponderada ambiental más probable, sino que se limita a establecer, con un grado de fiabilidad elevado, si se superará o no el valor VLA-ED. Se supone que cada índice de exposición debe proceder de una jornada diferente de muestreo y que el

proceso es repetitivo, esto es, que las condiciones de trabajo no varían sustancialmente de una jornada a otra. (Garrido Roldán, 2014, pág. 89)

Para el monitoreo de la calidad de aire ambiente se usó el monitor portátil de material particulado ambiental EPAM-5000, en base a lo especificado en el manual de uso. Se encendió el equipo, se configuró el intervalo de toma de muestra cada 10 segundos, el tipo de partícula a monitorear PM 2.5 y PM 10 y se colocó el porta - filtro con el elemento correspondiente según la partícula a muestrear primero. Sobre el tiempo planificado para demolición de cada vivienda, se tomó como periodo de muestreo aproximadamente la mitad de la jornada para medición de PMA 2.5 y la otra mitad para PM 10. El monitor portátil se lo colocó dentro de la cabina de la retroexcavadora, en la parte posterior al asiento del operador.

Fotografía N° 3.2.7



Fotografía N° 3.2.7: Monitor portátil de calidad de aire ambiente

Fuente: Autora, 2014

3.2.1.3. Objetivo específico N°3: Identificar las técnicas actuales empleadas para actividades de demolición de viviendas.

La identificación de técnicas empleadas para procesos de demolición se efectuó en base a la metodología descriptiva. Como herramienta de investigación específica se utilizó una ficha general de identificación en campo de las medidas técnicas aplicadas para seguridad y ambiente. La ficha se elaboró en base a la Norma Chilena Oficial NCh347. Of1999 sobre “Construcción – Disposiciones de Seguridad en Demolición”, elaborada por la División de Normas del Instituto de Normalización, estas medidas se complementaron con lo establecido en el Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas y con lo estipulado en la Ordenanza Metropolitana N°332 de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Distrito Metropolitano de Quito. En la ficha se realizaron las anotaciones correspondientes a los estudios de caso de las tres demoliciones presenciadas. (Ver Anexo N°4).

3.2.1.4. Objetivo específico N°4: Determinar el grado de conocimiento de los profesionales de la construcción.

Para determinar el grado de conocimiento de los profesionales de la construcción sobre los riesgos de exposición a material particulado a los que están expuestos trabajadores de procesos de demolición, se aplicó la metodología descriptiva y se formuló una encuesta de respuestas cerradas la cual fue validada por tres profesionales con grado de maestría, especializados en las ramas de Seguridad, Salud, Construcción y Ambiente, ver anexo N°5.

Una vez formulada la encuesta se revisó en primera instancia con un profesional Ingeniero Civil, con la finalidad de adaptar los términos y lenguaje de la encuesta, y facilitar la comprensión de los profesionales de la construcción que darían respuesta a la misma. Partiendo de esta revisión se inició la fase de validación con los tres profesionales antes mencionados. El documento se envió por correo electrónico para en lo posterior revisar con cada uno las sugerencias y cambios propuestos. Una vez incluidos los criterios de cada profesional, se envió por segunda ocasión el documento corregido. De esta versión surgieron nuevas propuestas de mejora, las cuales se acogieron en la versión final de la encuesta, misma que se envió por correo electrónico para sustento y aceptación definitiva de cada uno.

Para la ejecución de la encuesta se decidió solicitar el apoyo del Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha – CICP, para difundir el enlace virtual de la encuesta mediante correo electrónico como parte de los boletines que envían habitualmente con carácter informativo a los socios activos registrados, la difusión se la efectuó una vez por semana, durante 3 semanas consecutivas (Ver anexo N°6). Los resultados de la encuesta se recopilaron en la página web www.e-encuesta.com, herramienta seleccionada para alcanzar este objetivo.

En el numeral 3.3 “Descripción de Participantes” se detallan las características de la población seleccionada, así como el alcance y gestión que realiza el Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha.

3.2.1.5. Objetivo específico N° 5 y 6: Medidas de protección para operarios de maquinaria y trabajadores expuestos y medidas ambientales para gestionar escombros producto de la demolición.

La metodología teórica empleada para alcanzar los objetivos 5 y 6, se la desarrolló aplicando la herramienta de investigación basada en documentos e información bibliográfica recopilada durante la fase de revisión de literatura, especialmente respecto a normativa extranjera y estudios de caso en otros países en los cuales establecen medidas preventivas, correctivas de carácter técnico para protección del trabajador de la construcción y del ambiente.

La herramienta de investigación basada en documentos fue mejor orientada y eficiente, luego de aplicar la metodología descriptiva mediante la cual se evidenciaron las técnicas actuales de seguridad y ambiente en procesos de demolición, ya que al conocer previamente las condiciones de trabajo, se establecieron las debilidades en las prácticas constructivas y por lo tanto la recopilación de información documental fue orientada a fortalecer esas debilidades.

3.2.2. Objetivos Secundarios (Colaterales)

3.2.2.1. Objetivo secundario N° 1: Determinar posible presencia de fibras de amianto

Para alcanzar el primer objetivo secundario, se realizó un “screening” en los tres casos de estudio, en base a la metodología descriptiva establecida en el Apéndice 5 de la Guía Técnica 396 “Identificación de Materiales con Amianto” (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006).

La identificación de materiales con amianto requiere, por una parte, que su finalidad y las acciones posteriores consecuentes se establezcan previamente, y por otra, que se evalúen los riesgos que conlleva, que se aplique una metodología apropiada y que se realice por personal con conocimientos y experiencia para garantizar resultados fiables. En la mayor parte de los casos será necesario un plan de trabajo. Cuando se trate de demoliciones, la retirada de materiales con amianto será obligatoria.

La prueba de que un posible material con amianto – pMCA, no contiene amianto se basará en el conocimiento de su composición. La forma más simple y recomendable de obtener este dato es a través de la documentación del producto proporcionada por el fabricante o suministrador y especialmente a través de la información contenida en la etiqueta y la ficha de datos de seguridad. Cuando se trate de materiales antiguos y de los que no sea posible conseguir ninguna información, será necesario realizar la identificación mediante el análisis de muestras. La conveniencia de confirmar la presencia/ ausencia de amianto en un material, frente a la presunción de que lo contiene, dependerá de distintos factores entre los que se pueden destacar los económico-prácticos y los preventivos.

En una demolición no habrá restricciones de acceso para localizar todos los materiales que pueden contener amianto, los cuales serán necesario retirar previamente. Para acceder a lugares difíciles y en previsión de que cuando se retiren otros materiales en los cuales puedan aparecer materiales ocultos no identificados previamente, es recomendable que se establezca una coordinación con la empresa de demolición y con la que realice la retirada de los materiales con amianto. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 85)

Procedimiento:

Las etapas básicas que se recomiendan en un estudio de identificación de materiales con amianto son:

- Estudio documental.
- Visita (s) del lugar o elemento objeto del estudio.
- Toma de muestras y análisis (si son necesarias).
- Informe de resultados.

Estudio documental: El estudio documental es la primera etapa a abordar. En ella se realiza la recopilación y examen de toda la información de interés sobre el edificio, elemento o instalación de que se trate, que normalmente se recabará del propietario. Datos importantes a obtener del estudio de la documentación son las fechas y cronología de la construcción así como de las posibles obras de mantenimiento, rehabilitación o remodelación que hubiera habido, en las que se hayan podido sustituir los materiales originales por otros distintos. La memoria del proyecto y los datos de los materiales empleados permitirán en gran parte identificar los materiales con amianto instalados o descartar su presencia.

Visitas de reconocimiento: Son necesarias para confirmar los datos obtenidos en el estudio documental. Con ayuda de planos, se hará un recorrido del lugar señalándose los puntos donde se conozca o prevea la localización de los materiales y donde se realizarán, en su caso, las tomas de muestras.

Toma de muestras y análisis: La toma de muestras y el análisis de un material tiene como finalidad determinar cualitativamente su contenido en amianto. Se recomienda esta medida solamente cuando se hayan agotado las posibilidades de identificación por otros medios. Debe evitarse la rotura o deterioro de materiales que se encuentren en buen estado (salvo en caso de demoliciones, como ya se ha indicado) con el único objeto de tomar una muestra para analizar.

Informe de resultados:

Los resultados del estudio se recogerán en un informe detallado en el que se indiquen todos los datos relevantes como: datos del solicitante y empresa u organismo al que pertenece, finalidad del estudio y datos del lugar al que corresponde con sus características de interés a efectos de la identificación, las zonas o elementos que no han sido accesibles, el método seguido, los materiales encontrados, diferenciando friables de no friables y estimando su cantidad o extensión, su localización la clasificación asignada y la variedad o variedades de amianto presentes.

(Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, págs. 86,87)

En base a la metodología descrita se realiza la fase de campo en los tres casos de estudio, consultando a los responsables de la obra con enfoque principal en los techos o cubiertas de asbesto-cemento.

3.2.2.2. Objetivo secundario N° 2: Evaluar la exposición a fibras de amianto

Para el cumplimiento de este objetivo es necesario analizar la composición de material particulado retenido en los filtros que se utilizaron para muestrear en los tres casos de estudio, sin embargo únicamente la Dirección de Riesgos del Trabajo del IESS cuenta con equipos y un método para conteo de fibras de amianto, lo cual en la actualidad no se está realizando, por lo que requiere actualización y validación para su uso.

Por este motivo, para cumplimiento de este objetivo se realiza únicamente revisión bibliográfica y se cita como referencia las concentraciones de fibras de amianto en actividades de desmontaje, Tabla A-2.1., Apéndice N°2 de la Guía Técnica N° 396. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006).

3.2.2.3. Objetivo secundario N° 3: Identificar normativa aplicable para protección de trabajadores y del ambiente

La herramienta investigativa se basó en revisión y análisis documental de la normativa publicada en el Sistema Integrado de la Legislación Ecuatoriana eSilec – LEXIS herramienta de información jurídica documental en plataformas informáticas, mediante la cual se identificó el marco legal aplicable a los aspectos de seguridad - salud y ambiente. Así también se efectuaron acercamientos y consultas a personal técnico de varias instituciones relacionadas a la investigación:

- Dirección de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social - IESS,
- Unidad de Productos y Desechos Peligrosos y No Peligrosos del Ministerio de Ambiente - MAE,
- Dirección Metropolitana de Gestión de la Calidad Ambiental de la Secretaría de Ambiente,
- Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha - CICP y
- Cámara de la Industria de la Construcción - CAMICON.

3.3. Descripción de Participantes

A continuación se describen las características de los participantes que intervinieron en el desarrollo de la investigación, específicamente en el cumplimiento de los objetivos específicos N° 2 y 4.

- **Objetivo específico N° 2: Medir y evaluar el factor de riesgo**

La medición y evaluación del factor de riesgo exposición a material particulado en procesos de demolición de viviendas involucró la participación de tres trabajadores, específicamente de operadores de maquinaria (retroexcavadora).

Los tres participantes son de género masculino, de edad promedio entre 38 años, son trabajadores que cuentan con licencia profesional para operar maquinaria pesada, con un nivel socioeconómico de clase media – baja.

Su participación en la investigación se centró en mantener la bomba de aspiración correctamente sostenida en la zona de respiración durante el periodo de exposición, así como permitir que el monitor portátil de material particulado ambiental – EPAM-5000 se situó en la cabina de la retroexcavadora para monitorear la calidad de aire del ambiente de trabajo.

- **Objetivo específico N°4: Determinar el grado de conocimiento de los profesionales de la construcción.**

A través de la encuesta virtual enviada a los socios activos del Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha, se planteó determinar el grado de conocimiento de los profesionales respecto a los riesgos de exposición a material particulado de trabajadores en demoliciones.

El Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha es un gremio profesional que ha trabajado por conseguir la defensa profesional y el mejoramiento de la calidad de vida de los ecuatorianos, su misión es representar, defender y servir a sus asociados, contribuyendo en su desarrollo profesional y humano. Es un gremio líder en el Ecuador, generador de desarrollo productivo en el ámbito de la ingeniería civil (Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha, 2010).

La población objeto de estudio corresponde a profesionales constructores, graduados de sus estudios universitarios como Ingenieros Civiles, que se encuentran registrados como socios activos en el colegio de profesionales “Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha - CICP”. Los socios activos son aquellos que han realizado los pagos correspondientes a la afiliación al colegio y cuentan con correo electrónico para recibir información virtual, el número de personas que recibió la encuesta fue 2500.

La selección de la población se hizo en función a la afinidad profesional y laboral de los ingenieros civiles en procesos de demolición. Se excluyó a profesionales arquitectos considerando que el uso posterior del predio de la vivienda demolida, en su mayoría es para construcción de edificios, con lo cual la responsabilidad profesional para efectuar los cálculos estructurales de la nueva edificación es de los ingenieros civiles, quienes acompañan el proceso constructivo desde la fase de derrocamiento.

Se aplicó muestreo probabilístico de tipo aleatorio por conglomerados debido a que la población está integrada en un grupo específico y el análisis se lo realiza a partir de aquellos elementos seleccionados (Torres, Paz, & Salazar, 2013, pág. 6). Para seleccionar la muestra se aplicó la fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra, conociendo el tamaño de la población, referencia publicada en el Boletín Electrónico N° 2 de la Facultad de Ingeniería – Universidad Rafael Landívar “Tamaño de una Muestra para una Investigación de Mercado” (Torres, Paz, & Salazar, 2013, pág. 11).

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N-1) + Z^2 * p * q}$$

A continuación se presenta la tabla N°3.3.1 en la que se incluyen los datos y valores utilizados para el muestreo y desarrollo de la encuesta.

Tabla N°3.3.1

Variable	Descripción	Dato	Valor
N	tamaño de la población	2500	2500
Z	nivel de confianza	90%	1.65
P	probabilidad de éxito o proporción esperada	0.5	0.5
Q	probabilidad de fracaso	0.5	0.5
d	precisión (error máximo admisible en términos de proporción)	5%	0.05
n	tamaño de la muestra	246	246

Tabla N°3.3.1: Detalle de los datos para muestreo de la encuesta

Fuente: Autora, 2014

4. CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE DATOS

4.1. Detalles del Análisis

Los datos obtenidos en el desarrollo de la investigación fueron procesados y analizados por la autora y revisados por el director de la tesis. Para el caso específico del objetivo N°2 relativo a la medición y evaluación del factor de riesgo, una vez obtenidos los datos, se consultó al profesor de Maestría de la Especialidad de Higiene, MSc. José Garrido, para proceder con la interpretación de los mismos.

4.2. Importancia del Estudio

La investigación realizada podría contribuir a fortalecer la normativa legal aplicable para la construcción en las ramas de seguridad – salud y ambiente, con la finalidad de mejorar las prácticas habituales durante demoliciones, minimizar la exposición de trabajadores a la inhalación de material particulado y gestionar adecuadamente los escombros.

Así también la investigación contribuirá principalmente a la Dirección de Riesgos del Trabajo del IESS, Ministerio de Trabajo, Secretaría de Ambiente y Ministerio del Ambiente a mejorar el proceso de evaluación, manejo y control de agentes químicos y desechos peligrosos como el asbesto - polvo de asbesto, potencialmente presente en viviendas antiguas de la ciudad de Quito.

La percepción respecto a la ejecución de procesos de demolición como una actividad puntual y rápida, lleva a despreocuparse de los riesgos que la actividad genera, sin embargo, luego de la investigación la opinión varía, ya que para los trabajadores expuestos en la actualidad es más frecuente debido al auge de la industria de la construcción.

4.3. Resultados

A continuación se presenta el detalle de los resultados obtenidos durante la investigación en función de cada objetivo planteado para su desarrollo, tanto específicos, como colaterales.

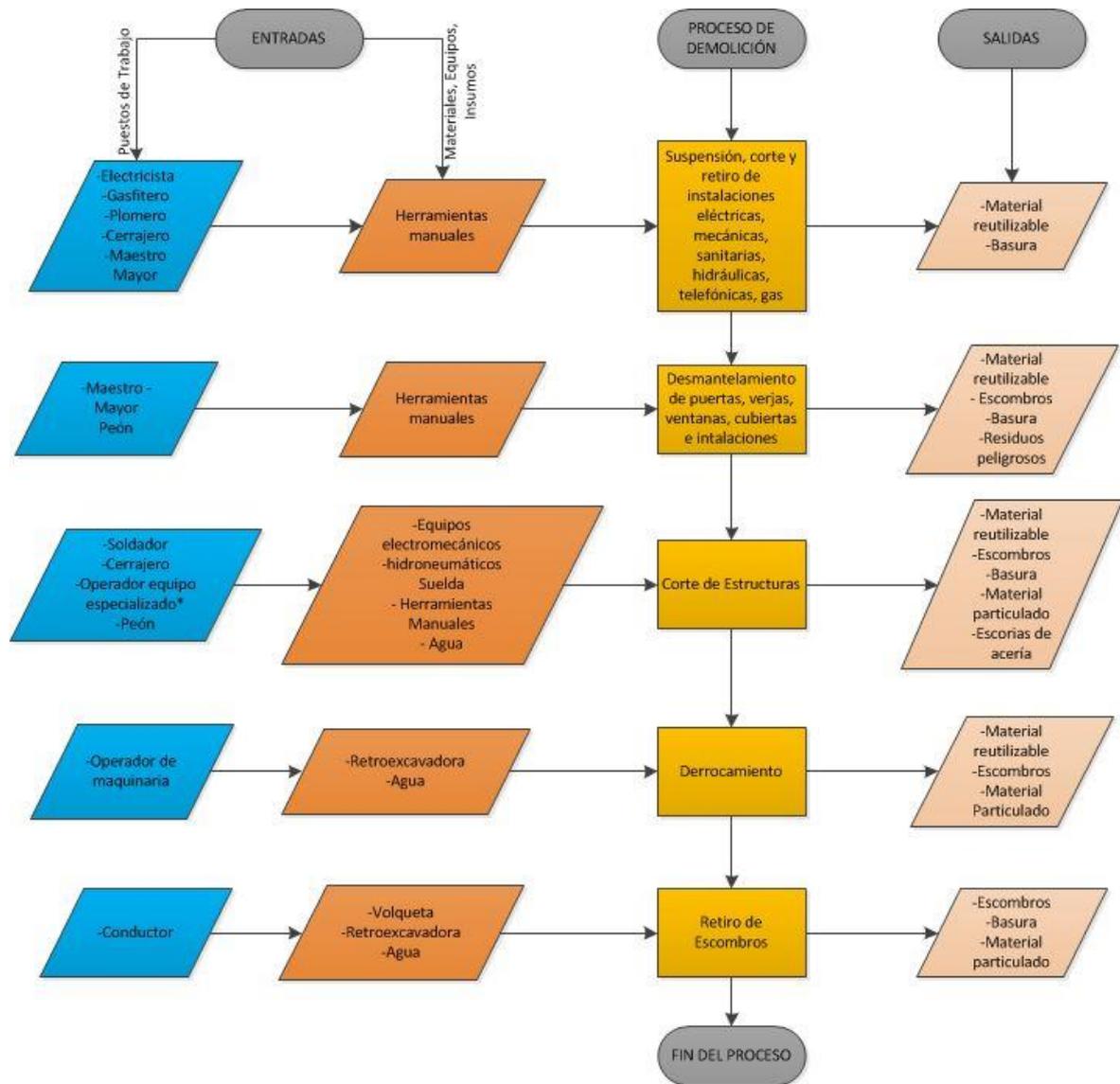
4.3.1. Objetivos Específicos

4.3.1.1. Objetivo específico N° 1: Identificación de puestos de trabajo y tareas

En base a lo observado durante los procesos de demolición en los estudios de caso empleados para esta investigación y datos encontrados en textos sobre construcción y demoliciones, se elaboró el flujo grama del proceso, en el cual se identificaron sub actividades, elementos de entrada como personal (puestos de trabajo), materiales y equipos y elementos de salida. A continuación se presenta la figura N°4.3.1.

Luego de identificados los puestos de trabajo se seleccionó el correspondiente a “Operador de Maquinaria” para realizar la medición y evaluación del factor de riesgo de exposición a la inhalación de material particulado, considerando que este puesto de trabajo es el menos variable, es decir, es aquel que se realiza en una demolición de viviendas, independiente de las instalaciones existentes, el material constructivo, las estructuras presentes y/o los componentes que deben ser previamente desmantelados.

Figura N°4.3.1:



* Equipo especializado: martillo neumático, moladora, taladros

Figura N°4.3.1: Flujo grama del proceso de demolición e identificación de puestos de trabajo

Fuente: Autora, 2014

En el flujo grama se encuentran las cinco actividades principales identificadas en un proceso de demolición. En la figura N° 4.3.1 se detallan los puestos de trabajo, materiales,

equipos e insumos que representan los elementos de entrada al proceso de demolición, y los elementos de salida. Las actividades y los elementos son:

- 1) Suspensión, corte y retiro de instalaciones (eléctricas, mecánicas, sanitarias, hidráulicas, telefónicas, gas). En esta actividad puede participar personal como: electricistas, gasfiteros, plomeros, cerrajeros, maestro mayor, cuyo insumo principal se utilizan herramientas manuales y entre los elementos de salida identificados están basura y material reutilizable.
- 2) Desmantelamiento de puertas, verjas, ventanas, cubiertas e instalaciones: en esta actividad participa el maestro mayor y peones que emplean principalmente herramientas manuales. Los elementos de salida son material reutilizable, escombros, basura y pueden existir residuos peligrosos como planchas de asbesto-cemento o recubrimientos que contengan asbesto.
- 3) Corte de estructuras: para el desarrollo de la actividad participan peones, soldadores, cerrajeros y/o operadores de equipo especializado como martillo neumático, moladora, taladro. Entre los equipos más utilizados se encuentran de tipo: electromecánicos, hidroneumáticos, suelda, y como insumos, herramientas manuales y agua. Por último sobre los elementos de salida identificados están material reutilizable, escombros, basura, material particulado, escorias de acería.
- 4) Derrocamiento: para efectuar esta actividad que es la principal dentro del proceso de demolición, el puesto de trabajo identificado es del operador de maquinaria, quien utiliza retroexcavadora. Como elementos de salida existen materiales reutilizables, escombros y material particulado.
- 5) Retiro de escombros: en esta actividad participa el conductor de la volqueta y operador de la retroexcavadora, se emplea agua como principal insumo y en los elementos de salida se identificaron escombros, basura y material particulado.

En total en el proceso de demolición existen aproximadamente diez puestos de trabajo diferentes, lo que puede variar de acuerdo a las características de la vivienda a demoler, tales como la superficie de construcción y del terreno, su antigüedad, altura, tipo de materiales constructivos y uso de la misma, mixto o solo vivienda.

4.3.1.2. Objetivo específico N° 2: Medir y evaluar el factor de riesgo

Los resultados obtenidos en la medición y evaluación del factor de riesgo se presentan de acuerdo al orden en que fueron realizados.

- **Determinación de los casos de estudio:**

Para el desarrollo de la investigación se cuenta con tres casos de estudio, es decir, tres viviendas antiguas a ser demolidas, éstas se localizan en el sector centro – norte de la ciudad de Quito. La actividad de demolición se realiza durante el tiempo de ejecución de la tesis, entre los meses de abril – agosto 2014. Dos de los tres sitios fueron determinados mediante observación en campo y uno gracias a información proporcionada por los dueños de maquinaria pesada, como se menciona en la metodología capítulo III, numeral 4.3.1. En el anexo N° 7 se adjunta un mapa de localización de las viviendas demolidas.

A continuación se presentan cuadros resumen de los casos de estudio.

Tabla N° 4.3.1

N°	Localización de la vivienda	Parroquia	N° pisos	Años de construcción	Material constructivo
1	Calle Polonia y Rumania	Iñaquito	Dos	48	Estructura de hormigón armado y paredes de bloque Cubierta mixta: Madera con teja, Fibrocemento y losa
2	Calle Vozandes y Avenida América	Rumipamba	Tres	60	Estructura de hormigón armado y paredes de ladrillo

N°	Localización de la vivienda	Parroquia	N° pisos	Años de construcción	Material constructivo
					Cubierta mixta: Madera con planchas fibrocemento y parte de losa en el entrepiso
3	Avenida Villalengua y Domingo Brieva	Rumipamba	Tres	42	Hormigón Armado y paredes de bloque Cubierta mixta: Losa y fibrocemento

Tabla N°4.3.1: Detalle de los casos de estudio

Fuente: Autora, 2014

Fotografía N° 4.3.1



Fotografía N° 4.3.1: Vivienda N° 1

Fuente: Autora, 2014

Fotografía N° 4.3.2



Fotografía N° 4.3.2: Vivienda N° 2

Fuente: Autora, 2014

Fotografía N° 4.3.3



Fotografía N° 4.3.3: Vivienda N° 3

Fuente: Autora, 2014

Tabla N° 4.3.2

Vivienda N°	Duración de las fases en el proceso de demolición (días)			Duración total del proceso de demolición (días)
	1. Supresión, corte, desmantelamiento, corte de estructuras	2. Derrocamiento	3. Retiro escombros	
1	3	1	1	5
2	6	2 ⁽¹⁾	1	9
3	4	2	2	8

Tabla N°4.3.2: Duración del proceso de demolición y actividad de derrocamiento

Fuente: Autora, 2014

A partir de las fases del proceso de demolición citadas en la figura N° 4.3.1 se detallan los días de duración de las actividades, asociadas según su ejecución. Se agrupan en una sola las tres primeras actividades: a) supresión, corte, retiro de instalaciones, b) desmantelamiento y c) corte de estructuras, considerando que éstas por lo general se desarrollan de forma simultánea. En el caso N° 1 y 2 la duración de la actividad “retiro de

¹ La demolición de esta vivienda se realizó en dos fases, en fechas diferentes, iniciando con la parte posterior de la vivienda, fase en la cual se realizó el monitoreo.

escombros” es el mismo gracias a que en el predio de la vivienda existe espacio suficiente para efectuar el retiro de escombros conforme se derroca la infraestructura, por el contrario en el predio N° 3 no existe espacio libre por lo cual el retiro de escombros duró un día más. De acuerdo a los días que tarda el proceso de demolición, se constató que existe proporcionalidad entre el tamaño de la vivienda y la duración total de la demolición.

- **Medición y evaluación del factor de riesgo de exposición a la inhalación de material particulado:**

A continuación se detalla cada uno de los componentes que forman parte de la estrategia de muestreo para evaluación de la exposición a la inhalación de material particulado (Garrido Roldán, 2014, pág. 51).

- *Agente Químico:* material particulado o partículas (insolubles o poco solubles) no especificadas de otra forma: Fracción inhalable de acuerdo al documento “Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España - 2014”.
- *Vías de entrada:* por inhalación
- *Límites de exposición profesional:* la comparación de los resultados de los muestreos se realiza con los datos de la tabla N°1 “Valores Límite Ambientales (VLA) del documento “Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España - 2014”. Para exposición diaria VLA-ED, no existe un valor límite ambiental de corta duración VLA-EC.

Tabla N° 4.3.3

Agente Químico	VLA-ED mg/m ³	Notas
Partículas (insolubles o poco solubles) no especificadas de otra forma: Fracción inhalable	10	c ² , o ³ , d ⁴ , e ⁵
Partículas (insolubles o poco solubles) no especificadas de otra forma: Fracción respirable	3	

Tabla N°4.3.3: Valores Límite Ambiental de Exposición Diaria (VLA-ED)

Fuente: (Aguilar, Aragón, Argemí, & Cañedo, 2014)

- *Tiene Índice Biológico:* el agente químico no tiene un índice biológico definido.
- *Definición del ciclo de trabajo:* el proceso de demolición o ciclo de trabajo de la investigación, se describe en el numeral 4.3.1.1. capítulo IV. En todas las actividades mencionadas en el diagrama de flujo del proceso, se genera material particulado, sin embargo durante la actividad de derrocamiento de infraestructura, se genera mayor cantidad de material particulado.
- *Identificación de las fuentes de emisión:* en base a lo mencionado anteriormente, se identificó como la principal fuente de emisión de material particulado, la actividad de derrocamiento de infraestructura específicamente de viviendas que tienen entre 40 y 60 años de construcción. La actividad es puntual y de corta duración.
- *Método de muestreo:* el método aplicado para el análisis de las muestras fue MTA/MA - 014/A11, como se indica en el numeral 3.2.1.2, capítulo III.

² C: Los términos “soluble” e “insoluble” se entienden con referencia al agua.

³ O: Materia particulada para la que no existe evidencia toxicológica sobre la que basar un VLA. No obstante, se recomienda mantenerlas exposiciones por debajo del valor límite genérico indicado.

Dicho valor límite sólo es aplicable a las materias contaminantes particuladas que cumplan los siguientes requisitos: Que no tengan un VLA específico. Que sean insolubles o poco solubles en agua (o, preferiblemente, en el fluido pulmonar acuoso, si se dispone de esa información). Que tengan una toxicidad baja, es decir, que no sean citotóxicos, ni genotóxicos, ni reaccionen químicamente, de cualquier otra forma, con el tejido pulmonar, ni emitan radiaciones ionizantes, ni causen sensibilización, ni ningún otro efecto tóxico distinto del que pueda derivarse de la mera acumulación en el pulmón.

⁴ D: Véase UNE EN 481: Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles

⁵ E: Este valor es para la materia particulada que no contenga amianto y menos de un 1% de sílice cristalina

- *Procedimiento de medición:* Para determinar el tipo de muestreo se aplicó la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relacionados con los Agentes Químicos presentes en los Lugares de Trabajo RD 374/2001, muestreo tipo C durante el 70 – 80% de la jornada mediante una sola muestra, tal como se detalla en el capítulo III numeral 3.2.1.2.
- *Tiempo y condiciones de muestreo:* a continuación se detalla el tiempo de muestreo de cada estudio de caso y las condiciones de muestreo del día en el que se realizó el derrocamiento de la vivienda. En las tablas N° 4.3.5 – 4.3.7 sobre los resultados de los muestreos se detalla a su vez el tiempo de muestreo de cada caso de estudio.

Tabla N° 4.3.4

Parámetro / Vivienda	Vivienda N° 1	Vivienda N° 2	Vivienda N° 3
Tiempo de muestreo (horas)	6°40'00''	6°30'00''	7°30'00''
Fecha	5 mayo 14	12 junio 14	25 agosto 14
Temperatura promedio (°C)	19,25	10,18	16,79
Velocidad del Viento (m/s)	2,03	2,32	1,92
Humedad relativa (%)	48,77	38,5	46,75
Radiación Solar (W/m²)	645,21	523,72	382,77
Precipitación (mm)	13,8	0	0

Tabla N°4.3.4: Condiciones de Muestreo Casos de Estudio

Fuente: Reportes Calidad del Aire y Meteorología Estación Belisario - Red Metropolitana Ambiental – Secretaría de Ambiente, 2014

- *Tiempos de exposición:* el tiempo de exposición diaria en una jornada laboral es de 8 horas. En promedio durante todo el proceso de demolición los trabajadores se exponen 7 días a diferentes concentraciones de material particulado. La subactividad de derrocamiento dura en promedio 1 o 2 días, esto de acuerdo a los casos de estudios analizados en la investigación, tabla N°4.3.2. En base a lo indicado, el tiempo de exposición mensual de los trabajadores que realizan 1 proceso de

demolición al mes es de 56 horas en diferentes concentraciones, debido a las sub actividades que abarca el proceso de demolición como tal, ver figura N° 4.3.1.

- *Número de trabajadores expuestos y número de trabajadores a muestrear:* de acuerdo a la identificación de puestos de trabajo y tareas, numeral 4.3.1.1. se determina que para efectuar un proceso de demolición se requieren en promedio diez personas, en este grupo está contabilizado un solo conductor de volquetas que realiza el desalojo de escombros, sin embargo, en los casos de estudio analizados se evidencia que simultáneamente existen en promedio tres conductores. Adicional a los trabajadores, en la ejecución de la demolición está presente como mínimo un profesional supervisor encargado de vigilar su desarrollo, a pesar que el tiempo de permanencia en el sitio de trabajo sea inferior al de los trabajadores.

En total existen en promedio 13 trabajadores expuestos a material particulado durante el proceso de demolición. El grupo de trabajadores se considera como un Grupo Homogéneo de Exposición – GHE ya que realizan tareas similares, en condiciones ambientales parecidas, la norma UNE-EN-689 recomienda elegir un mínimo de 1 trabajador por cada 10 que constituyan un GHE (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 83), por lo cual se selecciona al operador de maquinaria (retroexcavadora) como un trabajador representativo del proceso de demolición, ya que es quien efectúa el derrocamiento, actividad de mayor exposición y quien realiza una misma actividad en los diferentes procesos de demolición, independiente de los componentes de la infraestructura a desmantelar.

- *Contraste con los valores límite ambiental de exposición diaria:* la comparación de los resultados obtenidos con los valores límite ambientales, para exposiciones diarias (VLA-ED), permite llegar a conclusiones sobre la exposición, lo que

conducirá a decisiones sobre la actividad preventiva a desarrollar en el futuro inmediato (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 81). Los resultados obtenidos en los tres casos de estudio en los cuales se mide y evalúa el factor de riesgo de exposición a la inhalación de material particulado y la comparación con los valores límite ambiental de exposición diaria, se presentan a continuación en las tablas N° 4.3.5 – 4.3.7.

Tabla N°4.3.5

Numeral Método MTA/MA - 014/A11	Datos	Resultado
	Vivienda N°	1
	Fecha	5-May-14
	Hora de Inicio	8h50
	Hora de Fin	15h41
	Tiempo muestreo real (min)	400
	Tiempo real muestreo	6°40'00''
	Caudal de bomba inicio (l/min)	2.5
	Caudal de bomba final (l/min)	2.625
	Peso Inicial Filtro P1 (mg)	400.98667
	Peso Medio Filtro P2 (mg)	420.40000
	Peso Medio Blanco #1 (mg)	408.25000
	Peso Medio Blanco #2 (mg)	408.41000
	Peso Medio Blanco #3 (mg)	407.93000
8.1	Cantidad MP retenida P=P2-P1 (mg)	19.41333
8.2	Corrección de la inestabilidad de la pesada mediante el uso de blancos (mg)	7.21
8.2	P corregida máx. (mg)	26.62333
8.2	P corregida min (mg)	12.20333
8.3	Volumen aire muestreado m ³	1.02500
8.4	Concentración MP en aire máx. (mg/m³)	25.97398
8.4	Concentración MP en aire min (mg/m³)	11.90569
	VLA-ED ₁ Partículas no especificadas fracción inhalable mg/m ³	10
	Índice máx. = ED/ (VLA-ED ₁)	2.59740
	Índice min = ED/ (VLA-ED ₁)	1.19057
	VLA-ED ₂ Partículas no especificadas fracción respirable mg/m ³	3
	Índice máx. = ED/ (VLA-ED ₂)	8.657993
	Índice min = ED/ (VLA-ED ₂)	3.968563

Tabla N°4.3.5: Resultados muestreo vivienda N° 1 – Polonia y Rumania

Fuente: Autora, 2014

Tabla N°4.3.6:

Numeral Método MTA/MA - 014/A11	Datos	Resultado
	Vivienda N°	2
	Fecha	12-Jun-14
	Hora de Inicio	10h30
	Hora de Fin	17h41
	Tiempo muestreo real (min)	390
	Tiempo real muestreo	6°30'00''
	Caudal de bomba inicio (l/min)	2.5
	Caudal de bomba final (l/min)	2.55
	Peso Inicial Filtro P1 (mg)	400.98333
	Peso Medio Filtro P2 (mg)	410.38667
	Peso Medio Blanco #1 (mg)	413.41333
	Peso Medio Blanco #2 (mg)	397.62333
	Peso Medio Blanco #3 (mg)	405.00000
8.1	Cantidad MP retenida P=P2-P1 (mg)	9.40333
8.2	Corrección de la inestabilidad de la pesada mediante el uso de blancos (mg)	4.36222
8.2	P corregida máx. (mg)	13.76556
8.2	P corregida min (mg)	5.04111
8.3	Volumen aire muestreado m ³	0.98475
8.4	Concentración MP en aire máx. (mg/m³)	13.97873
8.4	Concentración MP en aire mín (mg/m³)	5.11918
	VLA-ED ₁ Partículas no especificadas fracción inhalable mg/m ³	10
	Índice máx. = ED/ (VLA-ED ₁)	1.39787
	Índice min = ED/ (VLA-ED ₁)	0.51192
	VLA-ED ₂ Partículas no especificadas fracción respirable mg/m ³	3
	Índice máx. = ED/ (VLA-ED ₂)	4.659576
	Índice min = ED/ (VLA-ED ₂)	1.706366

Tabla N°4.3.6: Resultados muestreo vivienda N° 2 – Vozandes y América

Fuente: Autora, 2014

Tabla N°4.3.7:

Numeral Método MTA/MA - 014/A11	Datos	Resultado
	Vivienda N°	3
	Fecha	25/8/2014
	Hora de Inicio	8h00
	Hora de Fin	16h00
	Tiempo muestreo real (min)	450
	Tiempo real muestreo	7°30'00''
	Caudal de bomba inicio (l/min)	2.5
	Caudal de bomba final (l/min)	2.600
	Peso Inicial Filtro P1 (mg)	416.41000
	Peso Medio Filtro P2 (mg)	426.17000
	Peso Medio Blanco #1 (mg)	424.66000
	Peso Medio Blanco #2 (mg)	413.03667
	Peso Medio Blanco #3 (mg)	418.38000
8.1	Cantidad MP retenida P=P2-P1 (mg)	9.76000
8.2	Corrección de la inestabilidad de la pesada mediante el uso de blancos (mg)	3.34
8.2	P corregida máx. (mg)	13.09556
8.2	P corregida min (mg)	6.42444
8.3	Volumen aire muestreado m ³	1.14750
8.4	Concentración MP en aire máx. (mg/m³)	11.41225
8.4	Concentración MP en aire mín (mg/m³)	5.59864
	VLA-ED ₁ Partículas no especificadas fracción inhalable mg/m ³	10
	Índice máx. = ED/ (VLA-ED ₁)	1.14122
	Índice mín = ED/ (VLA-ED ₁)	0.55986
	VLA-ED ₂ Partículas no especificadas fracción respirable mg/m ³	3
	Índice máx. = ED/ (VLA-ED ₂)	3.80408
	Índice mín = ED/ (VLA-ED ₂)	1.866213

Tabla N°4.3.7: Resultados muestreo vivienda N° 3 – Villalengua y D. Breiva

Fuente: Autora, 2014

Figura N° 4.3.2

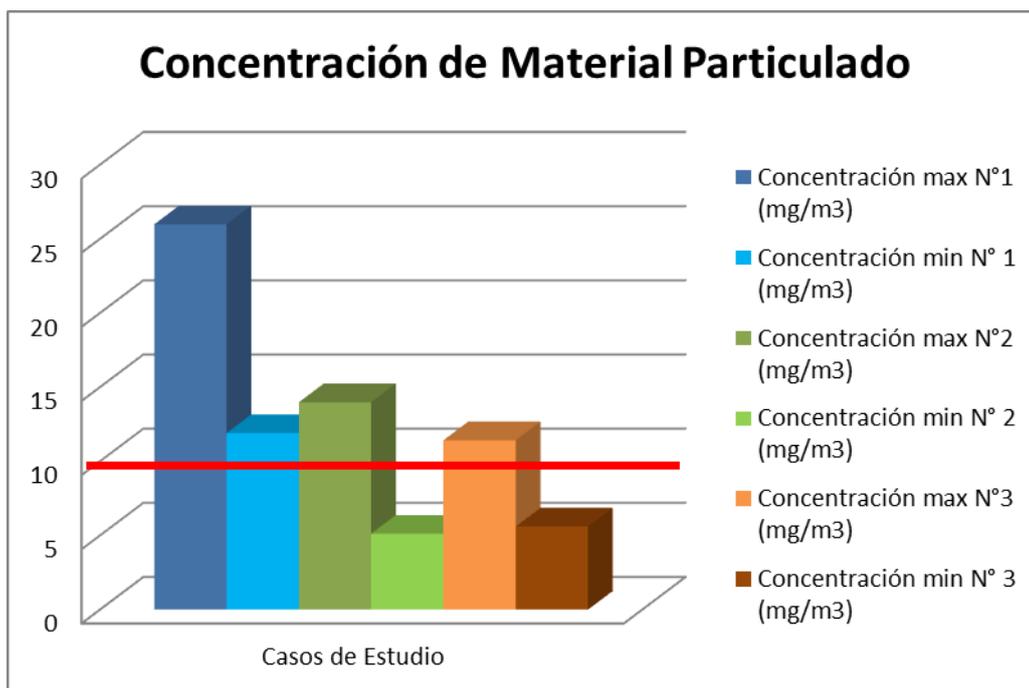


Figura N° 4.3.2: Concentración de Material Particulado registrado en los 3 casos de estudio

Fuente: Autora, 2014

Las conclusiones sobre el riesgo de exposición a la inhalación de material particulado se pueden agrupar en tres categorías, exposición aceptable, exposición inaceptable e indeterminación, como se detalla en el capítulo II, numeral 2.3.3. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 81). Analizando la concentración de “partículas no especificadas – fracción inhalable”, para el caso de la vivienda N°1 la exposición es inaceptable ya que las mediciones realizadas muestran que superan los valores límite ambientales de exposición diaria (VLA-ED) y el índice de exposición es mayor a 1, $I > 1$, por lo que se deberá proceder a su corrección. Los tres casos de estudio presentan exposiciones inaceptables de acuerdo a su índice máximo, sin embargo en los casos de estudio de las viviendas N° 2 y 3 el índice mínimo de exposición cumple la condición: Si $0,1 < I_1 \leq 1$, por lo que la exposición a material particulado corresponde a una indeterminación y por tanto, se deben planificar medidas preventivas o proceder con la

obtención de por lo menos dos valores más de exposición diaria – ED, para disponer de un mínimo de tres índices de exposición (I) y continuar el procedimiento y determinar si es o no aceptable la exposición (Garrido Roldán, 2014, pág. 86). Considerando las características de un proceso de demolición, en relación a la duración de la actividad de derrocamiento que en los dos casos fue de 2 días, no fue posible obtener dos valores más de exposición diaria, ya que durante el primer día se realizó el muestreo y al día siguiente se procedió a pesar el material filtrante.

En el caso de la concentración de “partículas no especificadas – fracción respirable” los tres casos de estudio superan el valor límite ambiental de exposición diaria, por lo tanto tienen un índice mayor a 1, con lo cual la exposición es inaceptable y se deben aplicar correctivos.

- **Monitoreo de la calidad de aire ambiente:**

Los valores PEL (Permissible Exposure Limits) propuestos por la OSHA (Occupational Safety and Health Administration) son los únicos que tienen validez desde el punto de vista legal. Los valores REL (Recommended Exposure Limits) propuestos por NIOSH (National Institute for Occupational Health and Safety) y los de la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), que corresponden a las siglas TLV (Threshold Limit Values), sólo tienen carácter de recomendación. (Bartual & Guardino, 1989)

Los resultados obtenidos del monitor portátil EPAM-5000 de material particulado ambiental se referenciaron según los datos recomendados por la ACGIH, detallados en el apéndice B, el cual menciona que “incluso partículas inertes, insolubles, pobremente solubles, pueden tener efectos adversos y recomienda que concentraciones suspendidas en el aire deben mantenerse por debajo de $3\text{mg}/\text{m}^3$ para partículas respirables y $10\text{mg}/\text{m}^3$ para partículas inhalables” (American Conference of Governmental Industrial Hygienists -

ACGIH, 2012, pág. 76). A continuación se presentan las tablas de los resultados obtenidos en los muestreos, de los casos de estudio N°1 y 2. En el proceso de demolición N°3 no se pudo muestrear material particulado ambiental debido a la investigadora no tuvo acceso al equipo EPAM-5000 en el día en el que se efectuó la demolición.

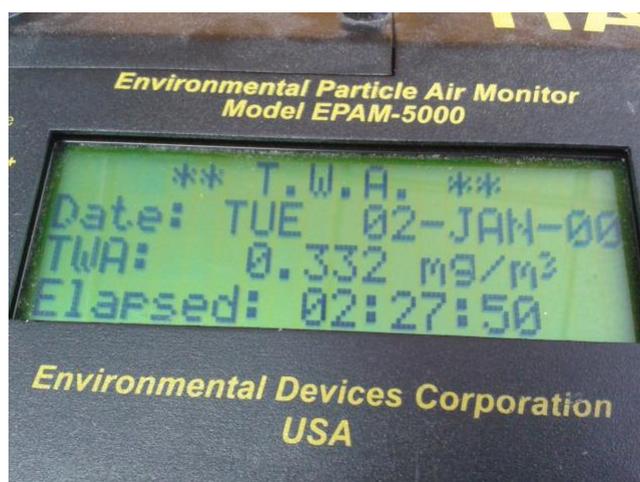
Tabla N°4.3.8:

Datos	Resultado
PM 10	
Vivienda N°	1
Fecha	5/5/2014
Hora inicio	8h50
Hora fin	11h17
Duración muestra	2h27 min
Concentración máximo mg/m ³	2.008
Concentración mínima mg/m ³	0.00
TWA mg/m ³	0.332
STEL mg/m ³	0.965
Límite TLV mg/m ³	10.000

Tabla N°4.3.8: Resultados material particulado ambiental - PM 10 - vivienda N° 1

Fuente: Autora, 2014

Fotografía N° 4.3.4



Fotografía N° 4.3.4: Dato de TLV-TWA registrado en el muestreo – Vivienda N°1

Fuente: Autora, 2014

Tabla N°4.3.9:

Datos	Resultado
PM 2.5	
Vivienda N°	1
Fecha:	5/5/2014
Hora inicio:	13h00
Hora fin:	15h30
Duración muestra	2h30 min
Concentración máxima mg/m ³	2.432
Concentración mínima mg/m ³	0.00
TWA mg/m ³	0.162
STEL mg/m ³	0.396
Límite TLV mg/m ³	3.000

Tabla N°4.3.9: Resultados material particulado ambiental - PM 2.5 - vivienda N° 1

Fuente: Autora, 2014

Fotografía N° 4.3.5:



Fotografía N° 4.3.5: Dato de TLV - STEL A registrado en el muestreo – Vivienda N°1

Fuente: Autora, 2014

Tabla N°4.3.10:

Datos	Resultado
PM 10	
Vivienda N°	2
Fecha	12-Jun-14
Hora inicio	14h30
Hora fin	17h02
Duración muestra	2°32'00"
Concentración máxima mg/m ³	3.146
Concentración mínima mg/m ³	0.002
TWA mg/m ³	0.496
STEL mg/m ³	0.980
Límite TLV mg/m ³	10.000

Tabla N°4.3.10: Resultados material particulado ambiental - PM 10 - vivienda N° 2

Fuente: Autora, 2014

Fotografía N° 4.3.6:



Fotografía N° 4.3.6: Dato de TLV-STEL registrado en el muestreo – Vivienda N°2

Fuente: Autora, 2014

Tabla N°4.3.11:

Datos	Resultado
PM 2.5	
Vivienda N°	2
Fecha	12-Jun-14
Hora inicio	10h45
Hora fin	13h24
Duración muestra	2°39'00"
Concentración máximo mg/m ³	3.415
Concentración mínima mg/m ³	0.00
TWA mg/m ³	0.240
STEL mg/m ³	0.794
Límite TLV mg/m ³	3.000

Tabla N°4.3.11: Resultados material particulado ambiental - PM 2.5 - vivienda N° 2

Fuente: Autora, 2014

Fotografía N° 4.3.7:



Fotografía N° 4.3.7: Dato de TLV-TWA registrado en el muestreo – Vivienda N°2

Fuente: Autora, 2014

En los dos casos de estudio, viviendas N°1 y 2, los datos de material particulado ambiental obtenidos del monitor portátil EPAM-5000, no sobrepasan los límites recomendados por la

ACGIH para material particulado PM 2.5 fracción respirable y para PM10 fracción inhalable.

4.3.1.3. Objetivo específico N°3: Identificar las técnicas actuales empleadas para actividades de demolición de viviendas.

La ficha de identificación de técnicas empleadas para procesos de demolición de viviendas se compone de 63 parámetros verificables, agrupados en 1) requisitos generales, 2) procedimiento general de trabajo, 3) utilización de maquinaria, 4) remoción de escombros y gestión de residuos y 5) equipos de protección, además de una sección específica para incluir observaciones de los aspectos verificados en campo. Estos parámetros se verificaron en los tres estudios de caso utilizados en la investigación, ver anexo N° 4. A continuación se presentan los resultados de los tres casos de estudio.

Demolición N°1: Vivienda ubicada en la Calle Polonia y Rumania: De los 63 parámetros de la ficha de campo, 59 fueron aplicables y se los verificó en la demolición. El 50,8% cumple con estos parámetros y el 49,15% no cumple las disposiciones de seguridad establecidas para actividades de demolición.

Figura N° 4.3.3



Figura N°4.3.3: Porcentaje de cumplimiento de los parámetros de la ficha de campo – vivienda N°1.

Fuente: Autora, 2014

Demolición N°2: Vivienda ubicada en la Calle Vozandes y América: De los 63 parámetros verificables de la ficha de campo, 49 fueron aplicables para este caso de estudio. El 69,38% cumplió los parámetros y el 30,61% no cumplió con las disposiciones de seguridad establecidas para actividades de demolición.

Figura N° 4.3.4

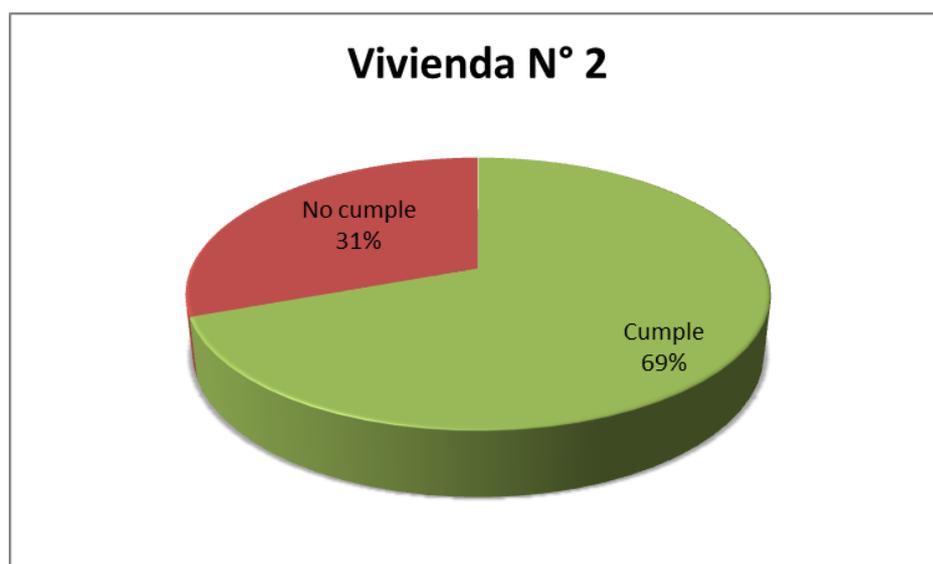


Figura N°4.3.4: Porcentaje de cumplimiento de los parámetros de la ficha de campo – vivienda N°2.

Fuente: Autora, 2014

Demolición N°3: Vivienda ubicada en la Calle Villalengua y Domingo Brieva: De los 63 parámetros que evalúa la ficha de campo, 52 fueron aplicables y verificados en esta demolición. El 50% cumple con estos parámetros y el 50% no cumple las disposiciones de seguridad establecidas para actividades de demolición.

Figura N° 4.3.5

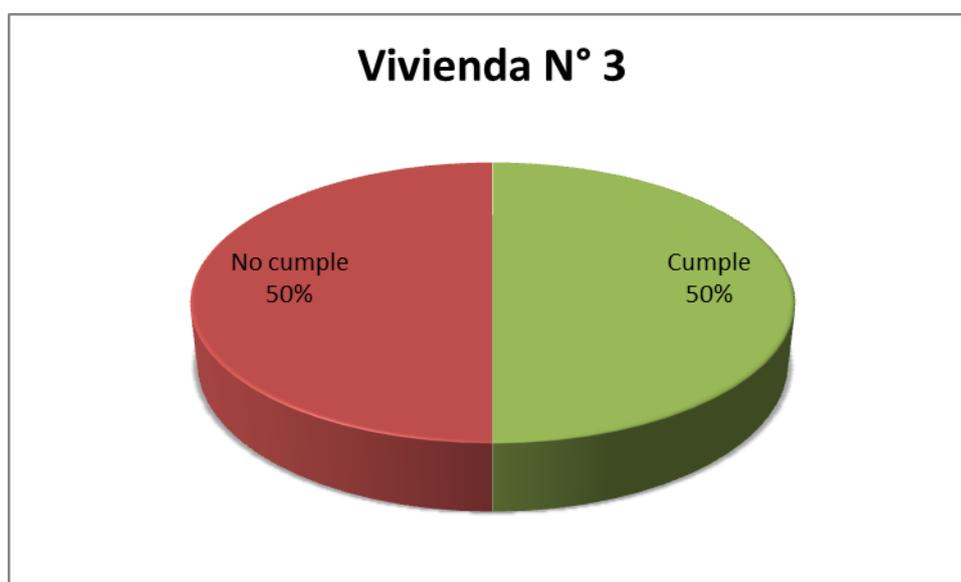


Figura N°4.3.5: Porcentaje de cumplimiento de los parámetros de la ficha de campo – vivienda N°3.

Fuente: Autora, 2014

La ficha de identificación de técnicas empleadas para actividades de demolición de viviendas incluye parámetros técnicos constructivos (19), de seguridad (48) y de ambiente (11). Sin embargo éstos son a su vez aplicables a más de un solo campo, así por ejemplo existen 5 parámetros que son verificables tanto desde el aspecto técnico constructivo, como desde el campo de seguridad. Por su parte 7 son aplicables desde los puntos de vista de seguridad y de ambiente, y 1 abarca los tres campos. En el anexo N°8 se presentan las

fotografías de aquellas disposiciones de seguridad y ambiente que se evidenciaron en los casos de estudio.

Figura N° 4.3.6

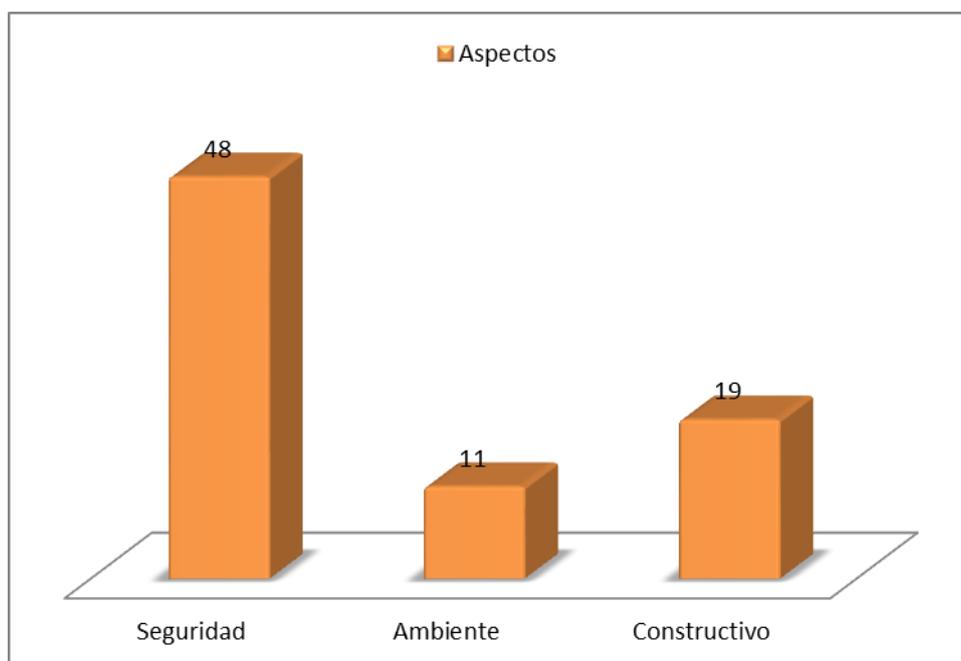


Figura N°4.3.6: Aspectos de Seguridad, Ambiente y Técnico Constructivo de la Ficha de Campo.

Fuente: Autora, 2014

Se comparó el cumplimiento y ejecución de las disposiciones de seguridad para demolición en los 3 casos de estudio y se constató que de los 63 parámetros que incluye la ficha, existen 11 que en común no cumplen las tres demoliciones, los cuales se presentan en la tabla N° 4.3.12. En cuanto a los aspectos en los cuales se agrupan los parámetros verificables de la ficha de campo, en aquel que se registró mayor número de incumplimientos es en 5) equipos de protección, seguido en igual número por 1) requisitos generales y 3) utilización de maquinaria.

Tabla N° 4.3.12

Parámetro N°	PARÁMETRO
1.2	Se realiza desratización y desinfección del lugar
1.3	Se capacita en riesgos, métodos de trabajo y elementos de protección a los trabajadores
1.10	Cuenta con un examen de resistencia de los elementos constructivos
2.4	Los materiales y escombros de cada piso demolido se acopia en un sitio determinado
3.6	Se establece zona de seguridad alrededor de la máquina retroexcavadora de 3 metros el radio de giro del brazo
3.8	Se cuenta con un señalero que dirija los desplazamientos de la maquinaria mediante banderas o paletas de colores
3.9	La cabina de la maquinaria permanece cerrada durante la demolición (cierre hermético)
4.5	Los residuos peligrosos (cubiertas de fibrocemento) se entregan a un gestor autorizado
5.5	Los trabajadores, operadores de la maquinaria (retroexcavadora) usan:
5.5.2	casco
5.5.3	guantes
5.8	En el sitio de trabajo existe botiquín de primeros auxilios y extintor

Tabla N°4.3.12: Incumplimientos comunes en los tres casos de estudio

Fuente: Autora, 2014

Por su parte se verificó que 14 de los 63 parámetros de la ficha de disposiciones de seguridad para demoliciones son comunes de incumplimiento para dos de los tres casos de estudio, entre los principales se encuentran:

Tabla N° 4.3.13

N°	PARÁMETRO
1.6	Cuenta con un plan mínimo de prevención de riesgos
1.7	Existe un delegado seguridad
2.6	Se humedecen los escombros previo a su evacuación
4.7	Se mantienen limpios de escombros y materiales los pasillos y vías de circulación para uso de trabajadores
5	Uso de equipos de protección en los diferentes trabajadores del proceso de demolición.

Tabla N°4.3.13: Incumplimientos comunes en los tres casos de estudio

Fuente: Autora, 2014

A continuación en la figura N° 4.3.6 se presenta un gráfico comparativo del número de cumplimientos, incumplimientos y no aplicaciones que se verificaron en los tres casos de las viviendas demolidas.

Figura N° 4.3.7

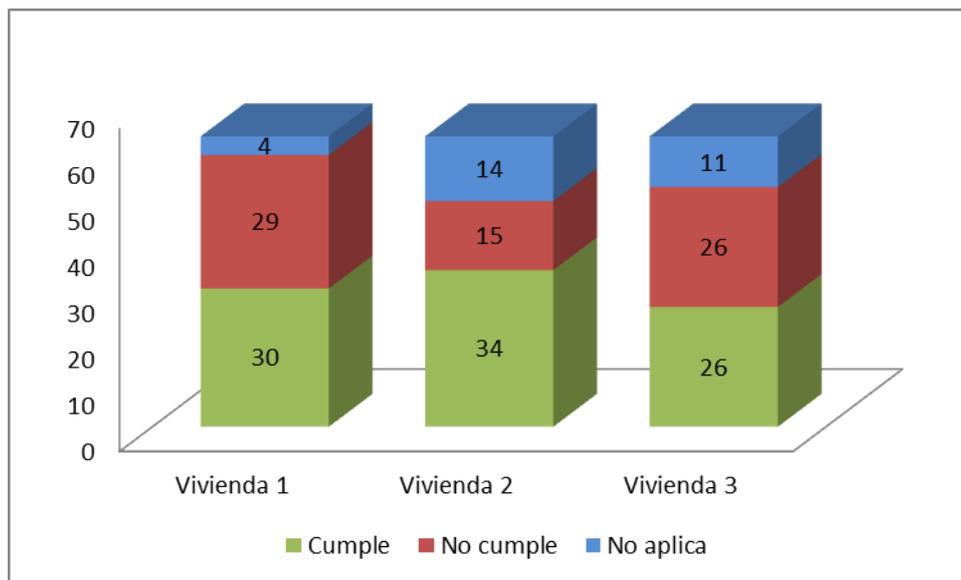


Figura N°4.3.7: Número de cumplimientos detectados en los tres casos de estudio

Fuente: Autora, 2014

4.3.1.4. Objetivo específico N°4: Determinar el grado de conocimiento de los profesionales de la construcción.

Con la finalidad de determinar el grado de conocimiento de los profesionales de la construcción respecto a los riesgos de exposición a material particulado de trabajadores en demoliciones, se efectuó una encuesta virtual en base a la metodología detallada en el numeral 3.2.1 y 3.3 de este documento.

El tamaño de la muestra “n”, corresponde a 246 personas de una población total de 2500, tomando esta referencia, de los 252 socios activos del Colegio de Ingenieros Civiles de

Pichincha que completaron la encuesta en la plataforma virtual, a continuación se presenta el detalle de los resultados.

Pregunta N° 1 - ¿Durante su vida profesional ha participado en la planificación y/o ejecución de una demolición?

Figura N° 4.3.8

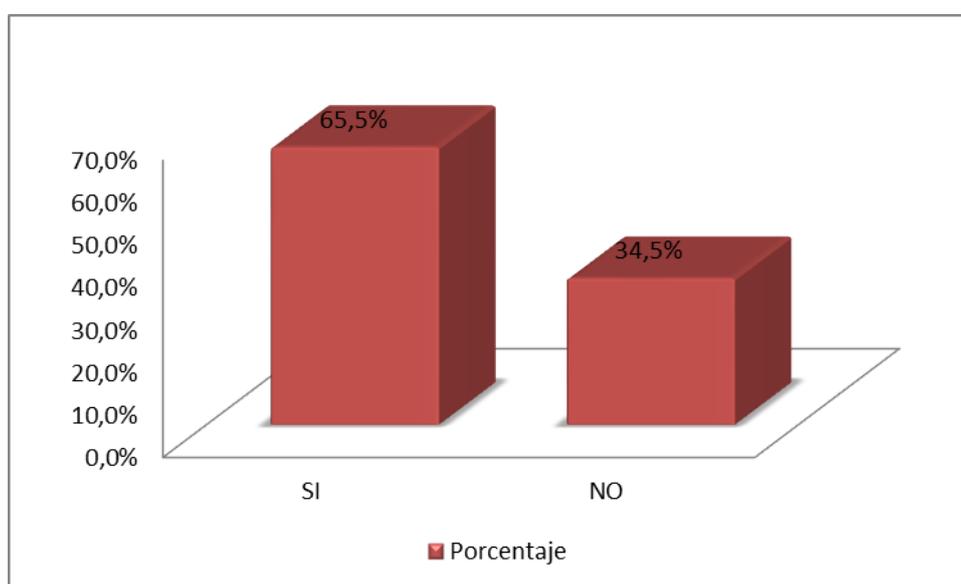


Figura N° 4.3.8: Porcentaje de profesionales que han participado en la planificación y/o ejecución de una demolición.

Fuente: Autora, 2014

El 65.5% de los profesionales han participado en la planificación y/o ejecución de una demolición, lo que refleja que los profesionales de la construcción tienen experiencia en el proceso técnico y en la percepción de los riesgos de exposición a material particulado.

Pregunta N° 2 - De entre los siguientes métodos de demolición, ¿Cuál en su opinión y criterio es el más utilizado para derribar viviendas en la ciudad de Quito? (Marque un solo método)

Figura N° 4.3.9

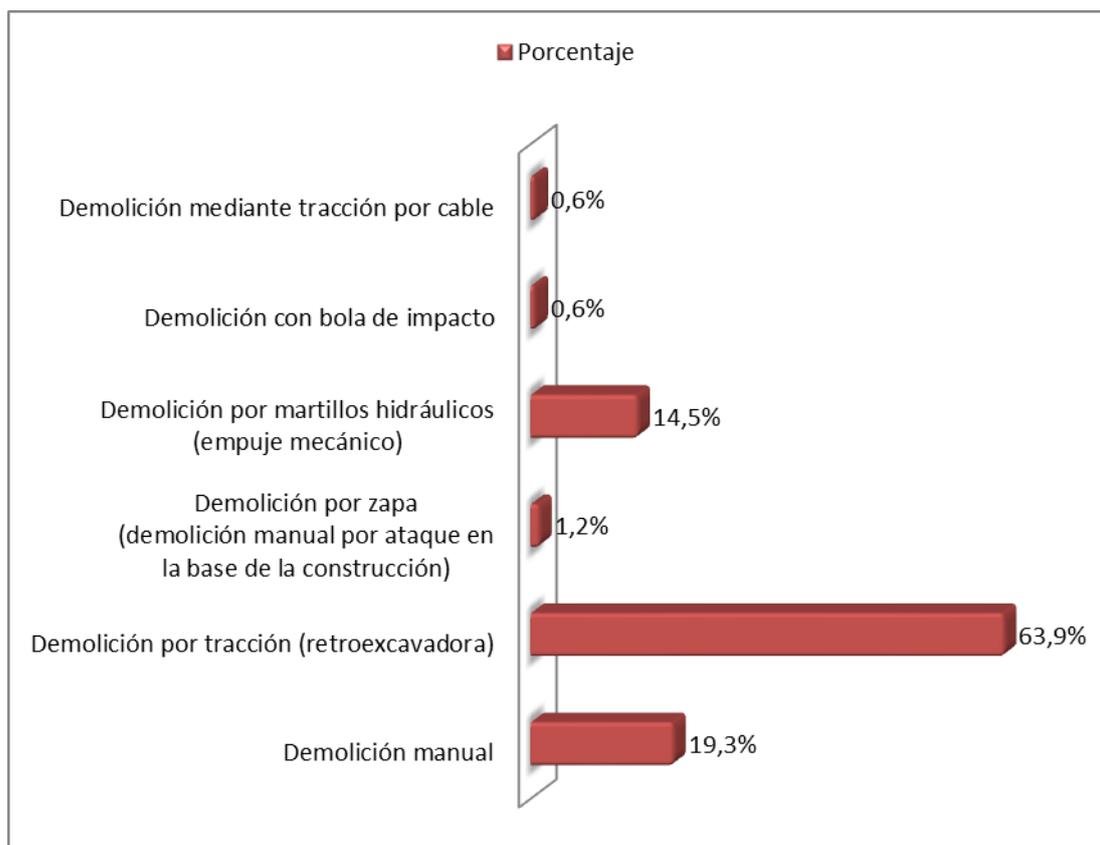


Figura N° 4.3.9: Método de demolición de viviendas más utilizado en Quito

Fuente: Autora, 2014

El método más utilizado para derribo de viviendas en la ciudad de Quito es la demolición por tracción (retroexcavadora) con un 63.9%. Los métodos manual y por martillo hidráulico registraron un porcentaje similar de respuestas entre sí, 19.3% y 14.5% respectivamente, sin embargo muy por debajo del método por tracción. De lo observado en los casos de estudio, se presume que el uso de la retroexcavadora es más frecuente debido a la facilidad de uso y rapidez con la que se efectúa el derribo de viviendas.

Pregunta N° 3 - Antes de efectuar una demolición ¿Qué nivel de importancia asignaría usted a la fase de desmantelamiento?

Figura N° 4.3.10

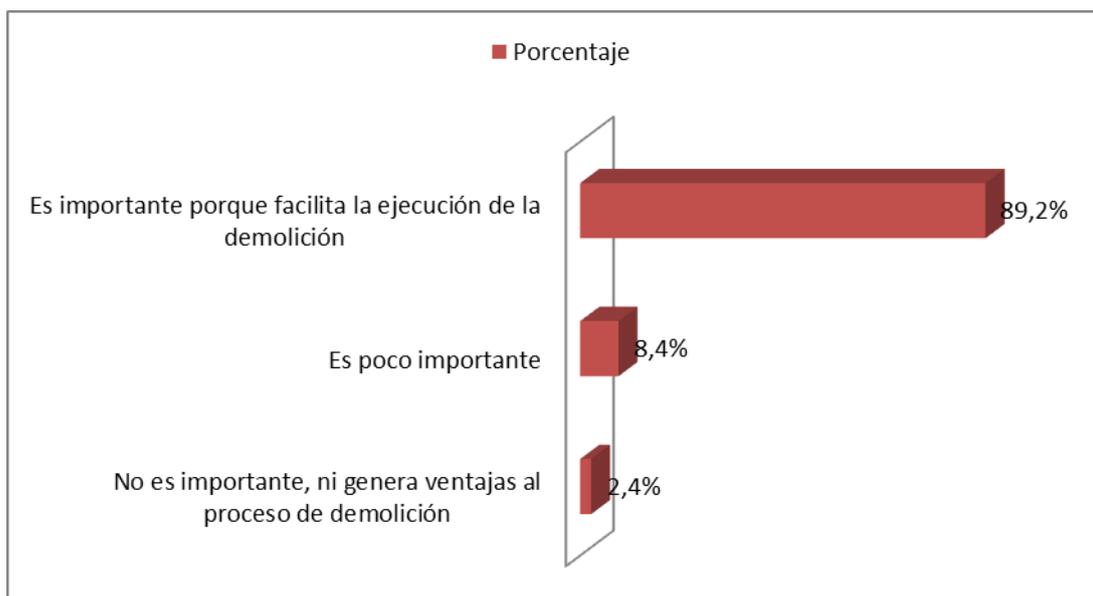


Figura N° 4.3.10: Importancia de la fase de desmantelamiento

Fuente: Autora, 2014

El 89% de los encuestados considera que la fase de desmantelamiento es importante porque facilita la ejecución de la demolición, lo que quiere decir que en su mayoría separan los componentes de la vivienda como verjas, puertas, ventanas, cubiertas, instalaciones, previa demolición. Esta fase permite por lo tanto la separación de estructuras que pueden contener agentes o materiales peligrosos, como cubiertas y/o revestimientos con amianto, así también facilita el reciclaje, recuperación y reuso de elementos o materiales como acero, varillas, concreto, plástico, entre otros.

Pregunta N° 4 - ¿Conoce usted que antes de iniciar un trabajo de demolición, se debe realizar un ESTUDIO PREVIO que establezca entre otras cosas las medidas de protección que deben ser adoptadas para reducir riesgos a los trabajadores y al ambiente?

Figura N° 4.3.11

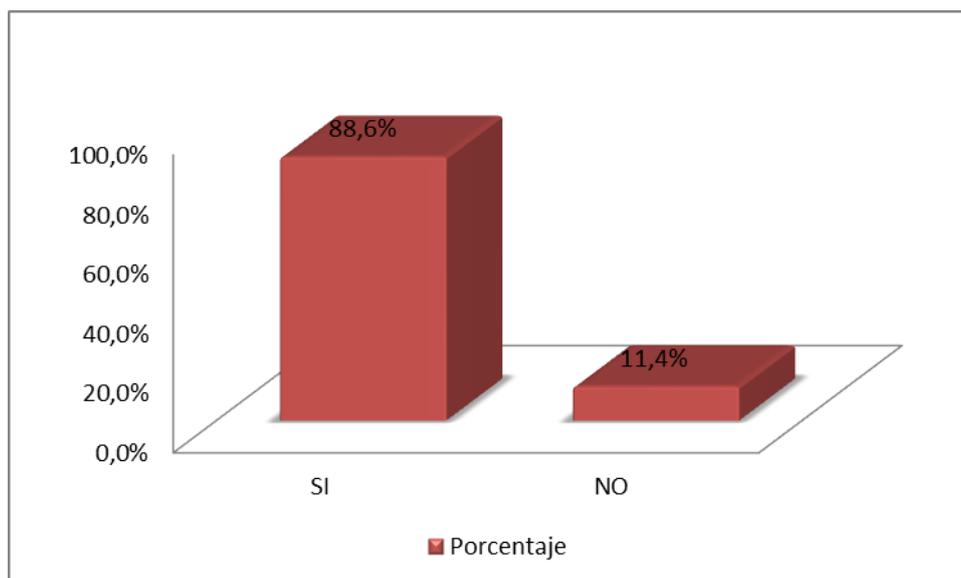


Figura N° 4.3.11: Porcentaje de conocimiento de ejecución de estudio previo para obras de demolición

Fuente: Autora, 2014

El 89 % de los profesionales encuestados conoce que para realizar una demolición se debe efectuar un “Estudio Previo” para establecer medidas de protección con la finalidad de reducir riesgos a los trabajadores y al ambiente, sin embargo no existe una correlación directa entre conocer sobre su ejecución y que el estudio sea efectivamente realizado antes de la demolición.

Pregunta N°5 - ¿Conoce usted que el Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas vigente desde 2008 en Ecuador, determina que se debe realizar el estudio previo antes mencionado?

Figura N° 4.3.12

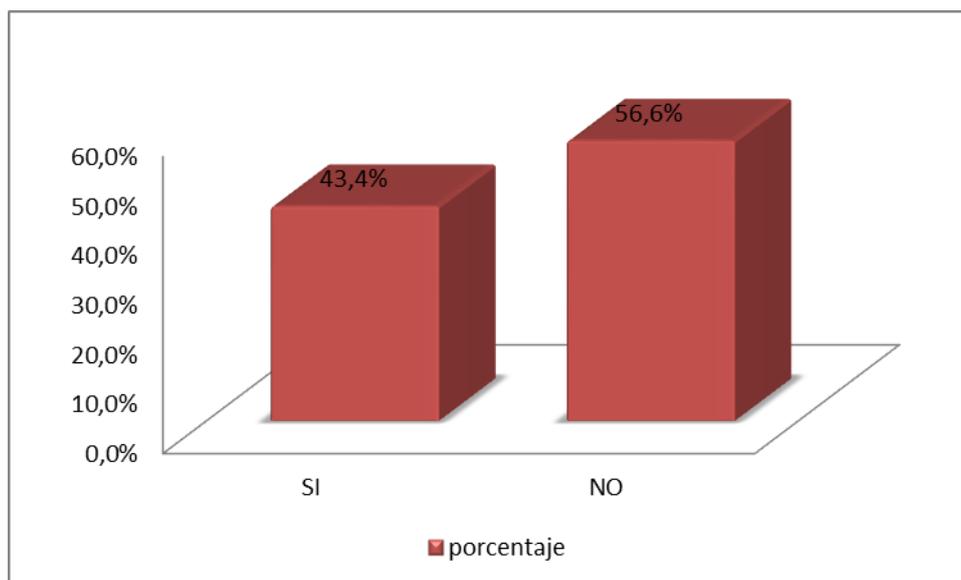


Figura N° 4.3.12: Porcentaje de conocimiento de ejecución de estudio previo, según el Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas

Fuente: Autora, 2014

El 57% de los encuestados no conoce que el cuerpo legal que determina la ejecución de un estudio previo es el Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas, con lo que se presume que los profesionales de la construcción no conocen el alcance de dicho estudio y los detalles que cita el reglamento para obras de demolición.

Pregunta N° 6 - ¿Considera importante que el constructor aplique un "Plan de gestión de residuos producto de la Demolición", para estimar volúmenes a generar, identificar aquellos que son peligrosos, establecer medidas para separación, gestión y disposición final de los mismos?

Figura N° 4.3.13

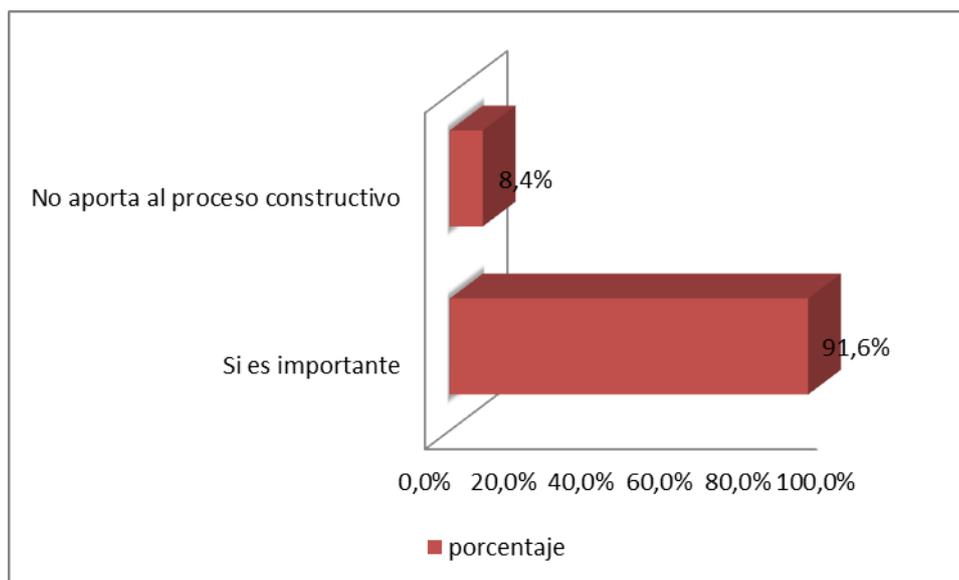


Figura N° 4.3.13: Importancia de plan de gestión de residuos producto de la Demolición

Fuente: Autora, 2014

El 92% de los encuestados considera importante aplicar un plan de gestión de residuos producto de la demolición, lo que permite estimar volúmenes de residuos a generar, identificar aquellos peligrosos y establecer las mejores medidas de gestión y disposición final, en general le permite al constructor mejorar la gestión integral de residuos en obras de demolición.

Pregunta N° 7 - ¿Qué costo adicional estaría dispuesto a asumir por la ejecución de un "estudio de gestión de residuos por demolición"? Seleccione uno de entre los siguientes rangos de precios.

Figura N° 4.3.14

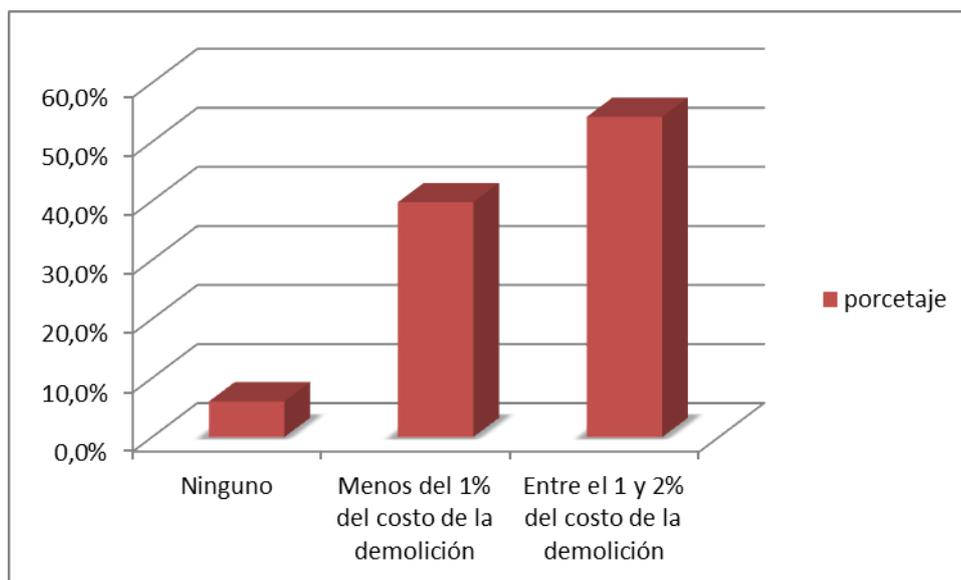


Figura N° 4.3.14: Costo asignado para realizar estudio de gestión de residuos por demolición

Fuente: Autora, 2014

De los profesionales de la construcción el 54% está dispuesto a asumir entre el 1 y 2% del costo de la demolición para ejecutar un estudio de gestión de residuos por demolición y el 40% está dispuesto a asumir menos del 1% del costo de la demolición, esto refleja que no existe resistencia de los constructores a mejorar la gestión de residuos de una demolición, a pesar de incrementar el costo constructivo.

Pregunta N°8 - ¿Qué medidas de control básicas implementaría usted en el caso de realizar una demolición por tracción (retroexcavadora)?

Figura N° 4.3.15

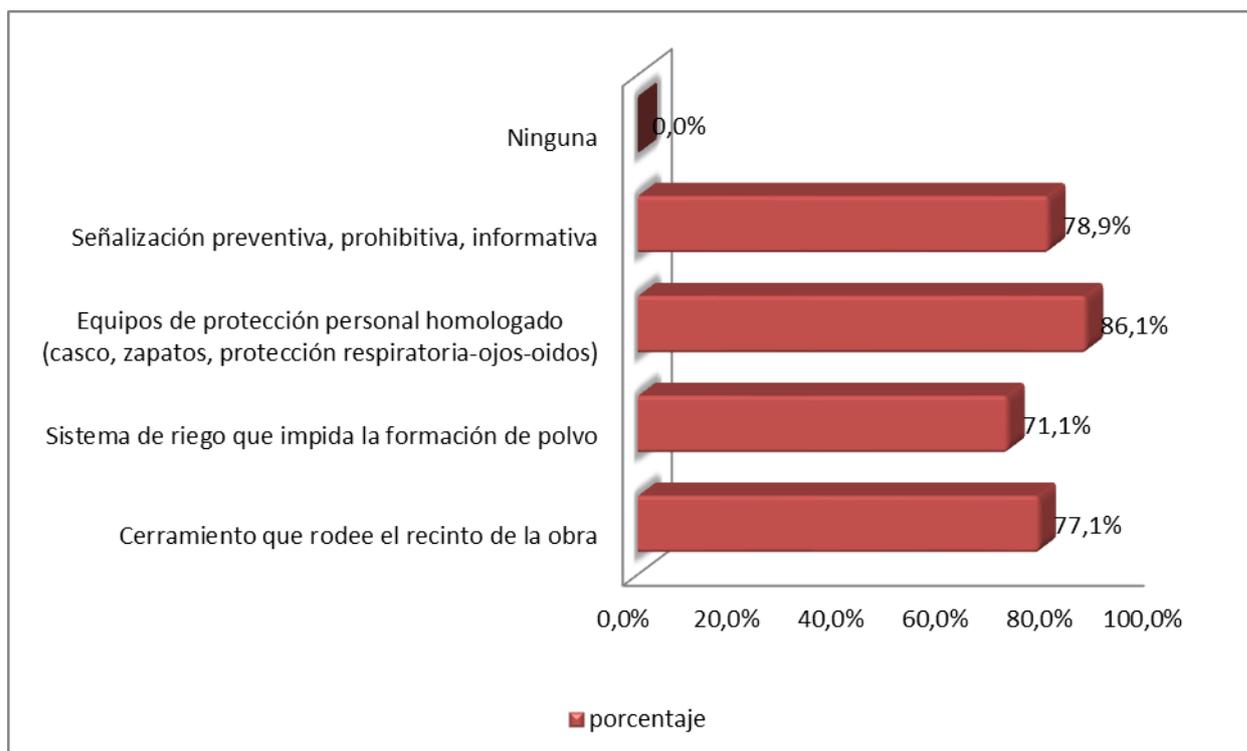


Figura N° 4.3.15: Medidas básicas de control para realizar demoliciones por tracción

Fuente: Autora, 2014

Las opciones establecidas para esta pregunta son complementarias entre sí, por lo que el encuestado podía seleccionar más de una que considere ser una medida básica para control en demoliciones. En su mayoría todos los profesionales encuestados implementarían algún tipo de control para realizar una demolición. Como primera opción el 86% ocuparía equipos de protección personal, seguido de señalización preventiva, prohibitiva e informativa y cerramiento en el recinto de la obra en un 79% y 77% respectivamente. Con el menor porcentaje, pero no muy lejano a los anteriores, los profesionales ocuparían sistema de riego para impedir la formación de polvo en un 71%.

Pregunta N°9 - ¿Conoce usted que en las viviendas antiguas de Quito pueden existir materiales peligrosos como amianto-asbesto, principalmente en los tejados o revestimientos?

Figura N° 4.3.16

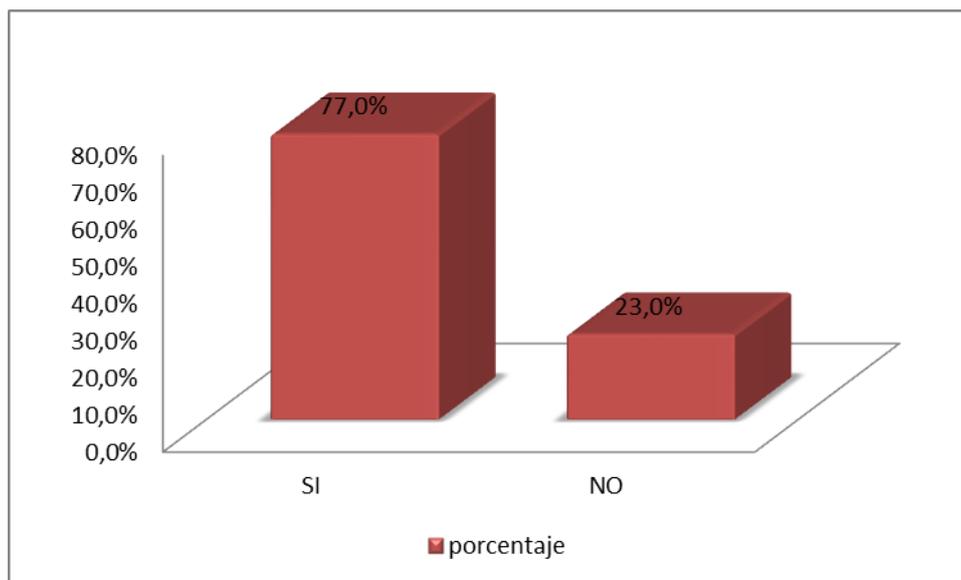


Figura N° 4.3.16: Porcentaje de conocimiento sobre la existencia de materiales peligrosos en viviendas antiguas

Fuente: Autora, 2014

El porcentaje de encuestados que conoce respecto a la existencia de materiales como amianto – asbesto es del 77%, lo que refleja que la mayoría está consciente de la presencia de materiales peligrosos, principalmente tejados y/o revestimientos.

Pregunta N°10 - ¿Conoce usted que el asbesto o amianto al disgregarse e inhalarse como material particulado, puede afectar a la salud de los trabajadores y moradores por sus efectos cancerígenos?

Figura N° 4.3.17

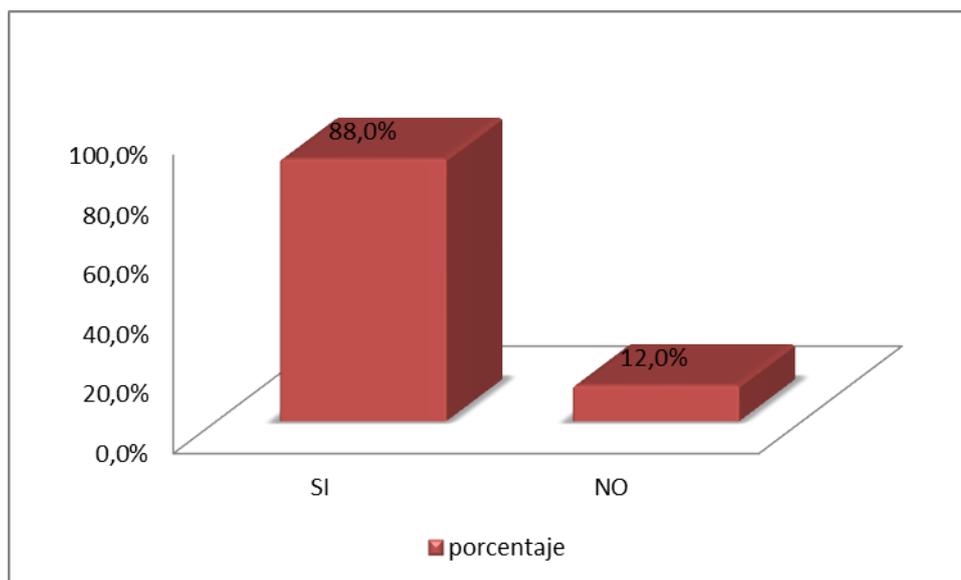


Figura N° 4.3.17: Porcentaje de conocimiento sobre la afectación a la salud por inhalación de material particulado de asbesto o amianto disgregado

Fuente: Autora, 2014

El 88% de los encuestados conoce que el amianto o asbesto al disgregarse e inhalarse puede afectar a la salud de los trabajadores y moradores, lo que refuerza la respuesta de la pregunta N°9, ya que relaciona la presencia de materiales peligrosos existentes en viviendas antiguas, su vía de absorción, y su condición como cancerígeno.

Pregunta N° 11 - En caso de identificar elementos que forman parte de la construcción, que contengan asbesto o amianto (revestimientos, techos) en una vivienda. ¿Estaría de acuerdo que éstos se manejen mediante una empresa especializada en desechos peligrosos (gestor ambiental calificado) y no mezclarlos o asumirlos como escombros?

Figura N° 4.3.18

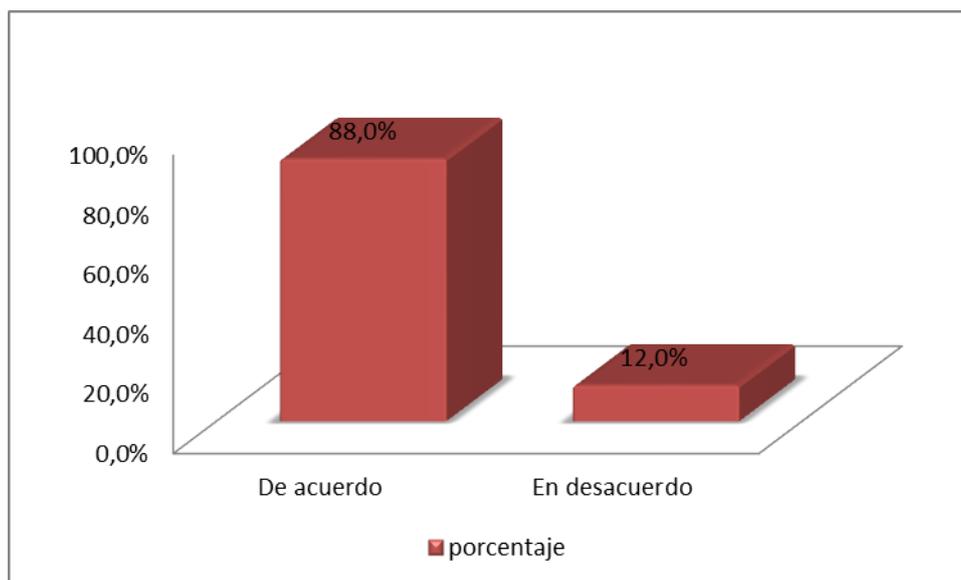


Figura N° 4.3.18: Manejo de desechos peligrosos a través de una empresa especializada

Fuente: Autora, 2014

El 88% de los encuestados está de acuerdo en que el manejo de desechos peligrosos debe efectuarse con una empresa especializada, un gestor ambiental, de tal manera que no se los mezcle con los escombros.

Pregunta N° 12 - ¿Conoce usted que el material particulado que inhalan los trabajadores producto de una demolición, puede ocasionar enfermedades ocupacionales?

Figura N° 4.3.19

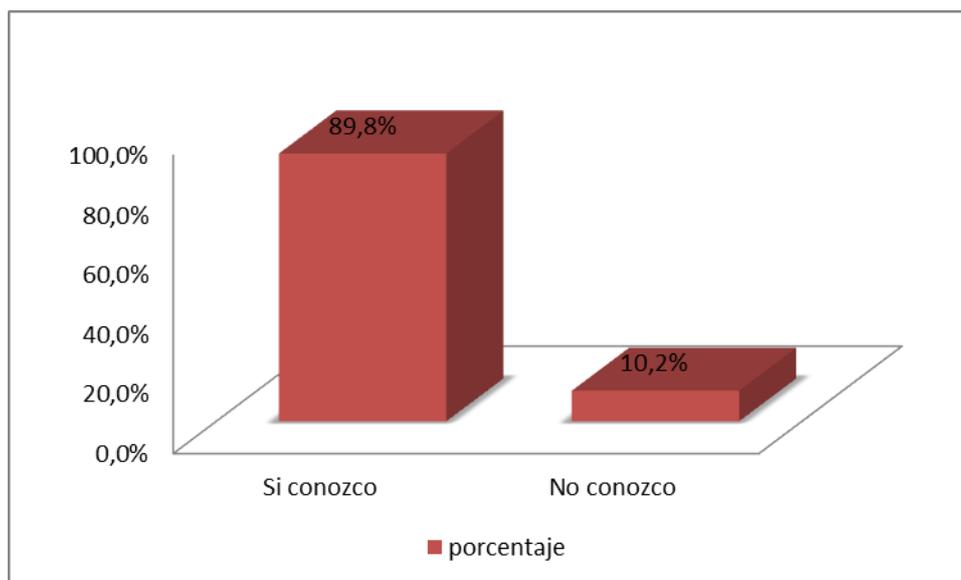


Figura N° 4.3.19: Porcentaje de conocimiento sobre enfermedades ocupacionales de trabajadores expuestos a material particulado

Fuente: Autora, 2014

El 90% de los profesionales de la construcción encuestados conocen que la inhalación de material particulado de una demolición puede ocasionar enfermedades ocupacionales, en base a este conocimiento se puede trabajar para implementar medidas de prevención y protección para trabajadores en obras de demolición.

Pregunta N° 13 - Si respondió negativamente a la pregunta anterior, por favor diríjase y continúe en la N°14. De las siguientes opciones seleccione una o más enfermedades ocupacionales que usted considere pueden afectar a la salud del trabajador expuesto a la inhalación de material particulado en una demolición.

Figura N° 4.3.20

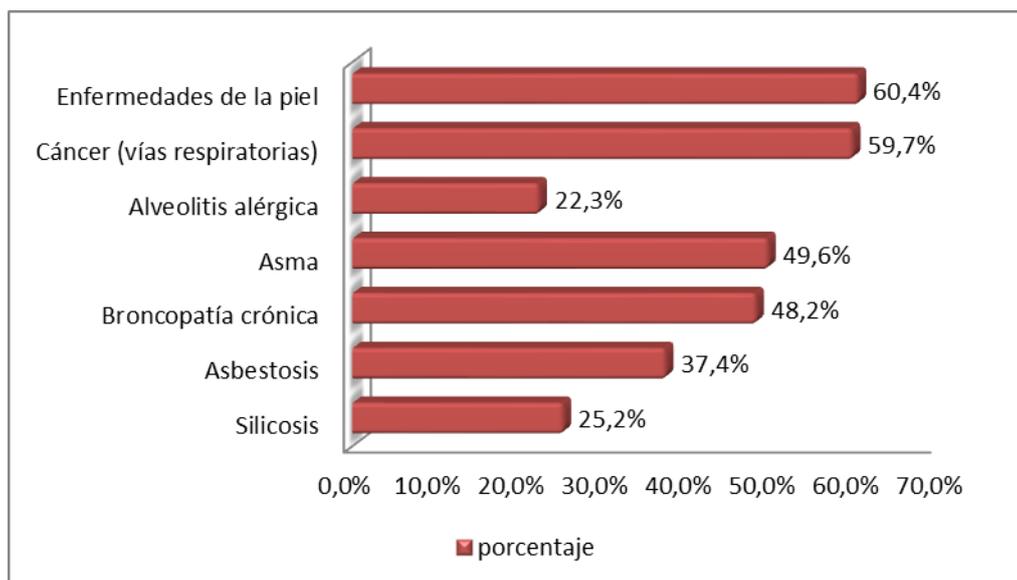


Figura N° 4.3.20: Enfermedades ocupacionales que pueden afectar a la salud de trabajadores expuestos a la inhalación de material particulado en demolición.

Fuente: Autora, 2014

Los encuestados consideran que las dos enfermedades ocupacionales principales que pueden afectar a la salud del trabajador son: enfermedades de la piel y el cáncer (vías respiratorias) con un 60% cada una, seguido del asma en un 50%. Esto refleja que los profesionales de la construcción conocen acerca de enfermedades ocupacionales y su relación en obras de demolición. A pesar del conocimiento respecto a la presencia de materiales peligrosos como asbesto – amianto, los encuestados no consideran como principal enfermedad ocupacional la asbestosis.

Pregunta N° 14 - ¿Qué actores sociales considera usted pueden ser afectados por la exposición a material particulado en una demolición? Seleccione una o más opciones.

Figura N° 4.3.21

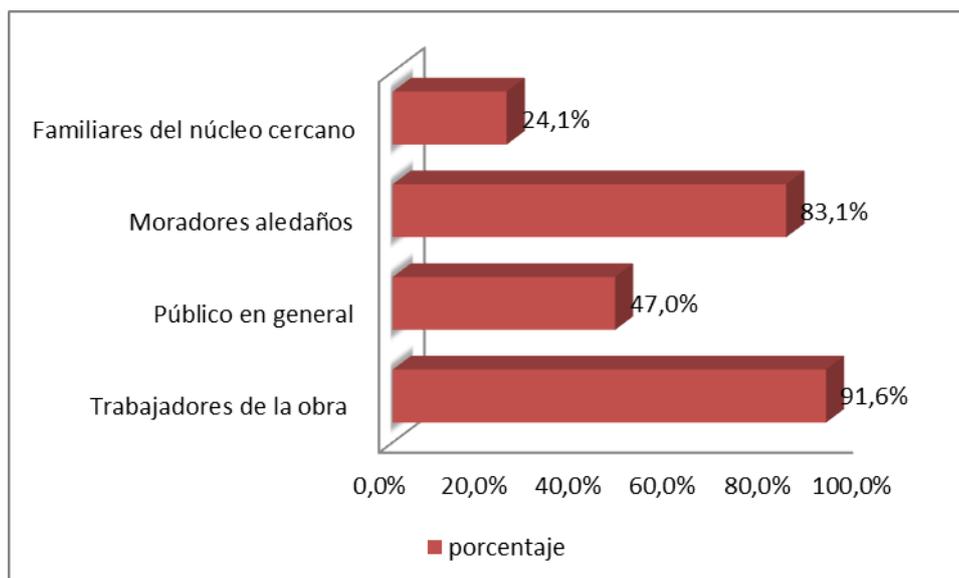


Figura N° 4.3.21: Actores sociales expuestos a material particulado en una demolición

Fuente: Autora, 2014

Los profesionales encuestados consideran que el principal afectado por la exposición a material particulado en una demolición son los trabajadores de la obra en un 92%, lo que refleja la concepción de una relación directa de la actividad laboral con la afectación.

En un segundo plano, el 83% considera que los moradores aledaños pueden ser afectados, el 47% ha señalado el público en general y apenas un 24% cree que los familiares del núcleo cercano de los trabajadores pueden ser afectados.

Pregunta N° 15 - De las siguientes opciones seleccione una o más enfermedades ocupacionales que usted considere pueden afectar a los actores sociales antes identificados, expuestos a material particulado en una demolición.

Figura N° 4.3.22

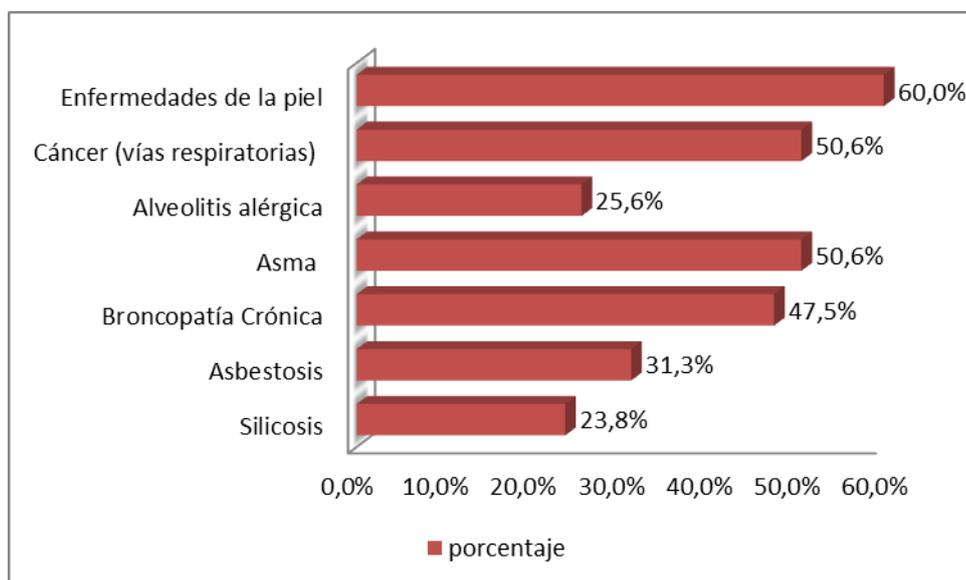


Figura N° 4.3.22: Porcentaje de conocimiento sobre enfermedades ocupacionales de trabajadores expuestos a material particulado

Fuente: Autora, 2014

Los encuestados consideran que la principal enfermedad ocupacional que puede afectar a los actores sociales identificados en la pregunta N° 14, es las enfermedades de la piel en un 60% y seguido señalan conjuntamente el cáncer (vías respiratorias) y el asma con un 50% cada una. En un porcentaje cercano se encuentra la broncopatía crónica, en igual proporción que lo señalado en la pregunta 13 de enfermedades ocupacionales a los trabajadores.

4.3.1.5. Objetivo específico N° 5: medidas de protección para operarios de maquinaria y trabajadores expuestos al riesgo de inhalación de material particulado producto de actividades de demolición.

La descripción de las medidas de protección para trabajadores expuestos al riesgo de inhalación de material particulado en actividades de demolición partió de los resultados referenciales obtenidos durante los muestreos, objetivo específico N°2 y de las técnicas actuales de demolición verificadas en campo, objetivo específico N°3.

El detalle de las medidas se planteó de acuerdo a la priorización establecida en el artículo N° 3 del Reglamento de Seguridad y Salud para Construcción y Obras Públicas, numeral c) “Combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual” (Ministerio de Trabajo y Empleo, 2008, pág. 9). Adicional a lo mencionado, se establecieron medidas generales y preliminares a considerar previo inicio de actividades de demolición, así también acciones para vigilancia de la salud y medidas específicas para el caso de estructuras con amianto.

Medidas Generales / Preliminares:

- Elaborar un plan de trabajo que incluya aspectos de salud, seguridad y ambiente específicos para el sitio y un plan mínimo de prevención de riesgos que incluya controles técnicos, equipos de protección personal y prácticas de trabajo. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2009)
- Para efectuar el proceso de demolición se debe limitar el número de trabajadores y contar con el personal mínimo requerido, principalmente en la actividad de derrocamiento. Se procurará reemplazar sus tareas puntuales aplicando técnicas automatizadas de control de polvo.
- Capacitar a trabajadores, operadores de maquinaria (retroexcavadoras) en el uso de controles y procedimientos o prácticas de trabajo, riesgos y efectos sobre la salud, medidas de prevención, control, uso y cuidado de equipos de protección y uso de equipos especializados.

El personal debe conocer que el empleador no puede obligarlo a laborar en ambientes insalubres por efecto de polvo, gases o sustancias tóxicas; salvo que previamente se adopten las medidas preventivas necesarias para la defensa de la salud. (Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos, 1998)

- Colocar señalización preventiva de seguridad, informativa, restrictiva y delimitar el área de trabajo colocando mallas en el perímetro de la obra en toda la altura de la infraestructura a demoler.
- Antes de iniciar los trabajos de demolición la propiedad debe desratizarse y desinfectarse. Esta labor debe realizarse a través de un organismo competente. (División de Normas del Instituto Nacional de Normalización INN - Chile, 1999, pág. 3)
- Establecer una zona de seguridad alrededor de la máquina retroexcavadora superior en 3 metros el radio de giro del brazo, en la cual está prohibido el tránsito de personas. (División de Normas del Instituto Nacional de Normalización INN - Chile, 1999, pág. 10)
- Contar con un señalero que dirija los desplazamientos de la maquinaria mediante banderas o paletas de colores para advertir de cualquier posible riesgo (División de Normas del Instituto Nacional de Normalización INN - Chile, 1999, pág. 10)

Medidas de Control en la Fuente u Origen:

- Previa demolición las estructuras deben estar húmedas para reducir la cantidad de polvo que pueda generarse.
- Previa demolición retirar elementos no estructurales como muebles, puertas, ventanas, vidrios, planchas, cubierta, accesorios y todo material que pueda reutilizarse o reciclarse.

Medidas de Control en el Medio de Transmisión:

Para control de material particulado que se dispersa en el medio de transmisión, se pueden aplicar las siguientes técnicas:

- Instalar un sistema de mangueras explosivas que se instalan alrededor de la infraestructura y se activan inmediatamente después de iniciada la fase de derrocamiento de la infraestructura. Las mangueras deben estar llenas de agua que se pulveriza en forma de gotas diminutas y puede retener partículas finas de polvo generadas por la actividad, utilizando menos agua que los métodos tradicionales de control de polvo. (CORDIS - Comisión Europea, 2008).
- Incorporar técnicas de pulverización atomizada basada en el principio de la creación de pequeñas gotas de agua, pero en contraste con sistemas de nebulización, que son lanzados desde un potente ventilador de moderada a gran velocidad, lo que facilita una colisión con partículas de polvo suspendidas en el aire para conducirlos a la tierra. (Peterson, 2014)
- Emplear un sistema de control de espray atomizador de gotas para atrapar partículas de polvo. El tamaño de gota más eficiente para atrapar es de aproximadamente 50-200 micras ya que existe mejor atracción entre las partículas de polvo y las gotas cuando tienen el mismo tamaño. (Peterson, 2014)
- Para viviendas de mayor tamaño de 3 o más pisos, se puede emplear un sistema de supresión de polvo que se encuentra montado en el brazo de la retroexcavadora o pluma, o bien un sistema portátil para colocarlo en la maquinaria, los cuales permiten ampliar el alcance y la eficacia en aplicaciones de mayor altura. (Peterson, 2014)

Medidas de Control para Maquinaria:

- Mantener las puertas y ventanas de las cabinas cerradas para mantener la cabina con una presurización positiva. El operador debe permanecer en la cabina cerrada todo el tiempo que dura la demolición (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2009).
- Controlar y restringir el paso de trabajadores por el costado del vehículo de carga al lado contrario al cual se está realizando la carga de escombros. (División de Normas del Instituto Nacional de Normalización INN - Chile, 1999, pág. 10)
- Realizar limpieza interior de la cabina de la maquinaria, utilizando métodos húmedos, (Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos, 1998, pág. 22) de tal manera que no se utilice aire comprimido o cualquier forma que levante polvo. Se puede emplear una aspiradora equipada con filtro de alta eficiencia. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2009).
- Instalar sistemas de extracción localizada mediante aspiración en la cabina de la maquinaria, creando una corriente de aire con la intención de captar los contaminantes (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013), o usar un sistema de filtración de aire eficiente (filtros de alta eficiencia para la entrada y recirculación), para capturar el polvo. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2009).
- Acondicionar las cabinas utilizando doble vidrio en caso que fuere necesario para evitar ambientes con excesiva concentración de humos, gases o polvos. (Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos, 1998, pág. 64).
- Contar con un programa de mantenimiento de la maquinaria, que garantice que los agujeros y las rajaduras de la cabina estén reparados, que las puertas estén selladas

y que las juntas se reemplacen cuando sea necesario. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2009).

Medidas de Control para el Trabajador:

Medidas de Control Colectivo:

- Contar con duchas en el sitio de trabajo para facilitar la limpieza del trabajador y recambio de ropa de trabajo.
- Contar con una aspiradora con filtro de alta eficiencia para quitar el polvo de la ropa al finalizar la jornada de trabajo. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2009).

Medidas de Control Individual:

- Los trabajadores que utilizan martillos rompedores deben utilizar protectores auditivos, gafas, cinturones de seguridad tipo arnés amarrado a una estructura soportante (División de Normas del Instituto Nacional de Normalización INN - Chile, 1999, pág. 11).
- Los trabajadores que efectúan picado manual de elementos deben utilizar gafas de protección, guantes (División de Normas del Instituto Nacional de Normalización INN - Chile, 1999, pág. 11) y mascarilla.
- Los trabajadores que utilizan cortadoras, moladoras deben utilizar guantes, máscara facial y chaleco (División de Normas del Instituto Nacional de Normalización INN - Chile, 1999, pág. 11).

Los trabajadores en actividades de demolición deben utilizar:

- Protección respiratoria certificada.
- Equipos filtrantes de partículas que se codifican según la norma europea, con el color blanco y con el símbolo P. Se clasifican como P1, P2 y P3, según sean de

eficacia baja, media o alta. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 125).

- Protección ocular de montura integral indicada para partículas gruesas de polvo, así como para gases y partículas finas de polvo, símbolo 4 y 5 respectivamente. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 132).
- Guantes, de acuerdo a las pautas de selección de la Guía Técnica RD.374, de preferencia tipo 5. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013).
- Botas para golpes o caídas.

Vigilancia Médica:

Realizar exámenes ocupacionales a los trabajadores e incluir al menos lo siguiente:

- Historial médico y ocupacional para recopilar datos sobre exposición a material particulado, a sílice cristalino y signos y síntomas de enfermedades respiratorias.
- Radiografía del tórax clasificada de acuerdo con la clase de radiografía de neumoconiosis.
- Pruebas de la función pulmonar (espirometría).
- Evaluación anual de la situación de tuberculosis del trabajador.

Medidas de Control de Estructuras con Amianto:

Adicionalmente de forma independiente a lo anterior, se plantearon medidas específicas de actuación en procesos de demolición, donde existan materiales con amianto, siguiendo la misma clasificación del artículo N° 3 del Reglamento de Seguridad y Salud para Construcción y Obras Públicas, numeral c).

Medidas Generales – Preliminares:

- Cuando no se pueda determinar de manera definitiva que los materiales de aislamiento y revestimiento carecen de amianto, se deberán tomar muestras por personal preparado para su análisis en el laboratorio y compararlos con los valores límite establecidos en normativa local o internacional referencial, de manera que se determine la naturaleza y el grado de exposición de los trabajadores (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 15).

Debido a que en el país actualmente no se realizan análisis de muestras que determinen la presencia de fibras de amianto, al sospechar su presencia no se debe realizar ningún trabajo sobre el elemento o material constructivo, que pueda producir polvo. Debe restringirse su manipulación corte, disgregación o rotura, aún más por parte de personal no calificado, capacitado o experimentado.

- La autoridad competente en el Ecuador por medio de sus áreas especializadas, procederá a la toma de muestras y posteriormente a determinar la concentración de la fibra de crisotilo en todos los puestos de trabajo y procesos que lo ameriten. Esta medición será considerada como evaluación inicial y punto de referencia para medir la efectividad del programa de control ambiental (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).
- Solamente podrán manejar amianto empresas que cuenten con una autorización específica de la División de Riesgos del Trabajo.
- El número de trabajadores expuestos será el mínimo.
- El empresario deberá garantizar una formación e información apropiada para todos los trabajadores que estén o puedan estar expuestos a polvo que contenga amianto, sobre protocolos de trabajo, la importancia de aplicarlos correctamente, riesgos

para la salud por manipulación de amianto, usos y limpieza de equipos de protección, enfermedades profesionales, entre otros.

Deberá impartirse capacitación antes de que inicien sus actividades u operaciones con amianto y cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo, repitiéndose, en todo caso, a intervalos regulares. El contenido de la formación deberá ser fácilmente comprensible. Deberá permitirles adquirir los conocimientos y competencias necesarios en materia de prevención y de seguridad. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 39).

- El empresario deberá informar a los trabajadores y a sus representantes sobre el resultado de las evaluaciones ambientales que se han realizado en las distintas operaciones durante el proceso de manipulación de materiales que contienen amianto. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 41)
- La empresa autorizada debe elaborar un plan de trabajo y plan de seguridad que detalle: descripción del trabajo, metodología, procedimientos, tipo de material, condición o estado del material a intervenir, ubicación del lugar, fecha de inicio, duración, número trabajadores, categorías profesionales u oficios, formación, experiencia de los trabajadores, método y medidas preventivas, equipos de protección personal, equipos para descontaminación, forma de eliminación de los residuos.

El plan de trabajo debe contemplar la totalidad de las operaciones a efectuar y deberá estar basado en una evaluación previa de los riesgos de exposición al amianto, sin perjuicio de los riesgos de otra naturaleza que el empresario también

tendrá obligación de identificar, evaluar y controlar. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 29). Un plan de trabajo de retirada de amianto para una demolición debe basarse en datos fiables sobre los materiales con amianto existentes. Por ello, es recomendable que este tipo de plan, se acompañe del informe del estudio de identificación de los materiales que pueden contener amianto. En la metodología descrita para el objetivo colateral N° 2 se detalla el procedimiento de identificación de materiales con amianto (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 29).

- Los procedimientos de trabajo deberán concebirse de tal forma que no produzcan fibras de amianto o, si ello resultara imposible, que no haya dispersión de fibras de amianto en el aire. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006).
- Siempre que sea razonablemente posible, deberá eliminarse el amianto de las estructuras antes de su demolición, los materiales se retirarán enteros e intactos siempre que esto sea posible, mediante operaciones inversas a las de su montaje.
- Se emplearán herramientas manuales o de baja velocidad que no produzcan fuertes vibraciones.
- La zona donde se encuentre amianto deberá ser aislada y se colocarán signos de aviso y prohibición para marcar los límites de la zona de trabajo restringido a la empresa autorizada. Las señales deberían advertir a los trabajadores acerca del peligro y especificar cualquier equipo de protección requerido.
- Una vez que exista la infraestructura y equipos necesarios para determinación y análisis de fibras de amianto, se realizarán mediciones periódicas de amianto en el

aire y una medición final después de terminado el trabajo y limpieza de la instalación.

- Todas las medidas preventivas que se adopten para control de amianto tendrán que ser verificadas y sometidas a un programa de mantenimiento adecuado para garantizar su eficacia. Se recomienda el registro de estas operaciones (por ejemplo, la sustitución de filtros en los equipos de aspiración, la vigilancia del funcionamiento correcto de las unidades de extracción, etc.) para demostrar y controlar su realización. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006)
- La correcta aplicación de los procedimientos de trabajo y de las medidas preventivas previstas deberá supervisarse por una persona que cuente con los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en estas actividades y con la formación preventiva correspondiente como mínimo a las funciones del nivel básico. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 28)

Medidas de Control en la Fuente u Origen:

- Las fibras de amianto producidas se eliminarán, en las proximidades del foco emisor, preferentemente mediante su captación por sistemas de extracción localizada mediante captación por sistemas de extracción (filtros de alta eficacia para partículas), mediante el cual se crea una corriente de aire con la intención de captar los contaminantes, en condiciones que no supongan un riesgo para la salud pública y el medio ambiente. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006).

- No realizar operaciones de soplado, proyecciones o maniobras bruscas que provoquen movimientos y perturbaciones que puedan favorecer la dispersión de fibras de amianto en el aire. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006)
- En el caso de que en la evaluación preliminar de las estructuras y materiales constructivos de la vivienda a demoler se presuma la existencia de recubrimientos con amianto y/o cubiertas, el amianto será manejado, mezclado, aplicado, removido y cortado en un estado lo suficientemente húmedo para prevenir la emisión en exceso de la fibra al ambiente.
- Las placas o cubiertas de fibrocemento que están muy envejecidas o se rompan durante el desmontaje, deben impregnarse con una solución acuosa conteniendo un líquido encapsulante para evitar la emisión de fibras de amianto debido al movimiento o rotura accidental de las mismas. La aplicación se lleva a cabo mediante equipos de pulverización a baja presión ejemplo: bomba manual de espalda, evitándose que la acción mecánica del agua sobre las placas disperse las fibras de amianto al ambiente (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2010). Las placas se depositan en un saco de residuos, debidamente etiquetado. Es necesario limpiar, con aspirador dotado de filtro absoluto, la zona afectada por la rotura de la placa. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2010).

La solución jabonosa o solución acuosa de líquido encapsulante es una disolución de agua y látex vinílico al 20% (Garrido, 2006, pág. 2).

- Luego de ser retirados los materiales de asbesto-cemento como techos y paredes, las estructuras donde se encontraban afianzadas deben ser limpiadas cuidadosamente con paños húmedos o aspiradoras con filtros HEPA de manera de

que no quede fibra de asbesto. Tanto los paños como los filtros HEPA deben ser eliminados como residuos en bolsas etiquetadas de igual forma que el resto de los residuos de materiales con asbesto. (Garrido, 2006, pág. 3)

- Las placas de fibrocemento que se retiran deben ser depositadas con cuidado sobre un pallet, se embalan con plástico de suficiente resistencia mecánica para evitar su rotura y se señalizan con el símbolo del amianto.

Medidas de Control para el Trabajador

- No se deben consumir alimentos en horas ni sitios de trabajo, al momento de la comida dispondrán de tiempo previo y posterior para su aseo personal.
- Contar con una aspiradora con filtro de alta eficiencia para quitar el polvo de la ropa al finalizar la jornada de trabajo.
- La ropa de trabajo y equipo de protección es de uso obligatorio. Deben existir instalaciones sanitarias adecuadas y lugares para guardar de manera separada la ropa de calle, la ropa de trabajo y los equipos de protección luego de su limpieza.
- El equipamiento mínimo recomendado de las instalaciones sanitarias donde se manipule amianto por empresas especializadas es (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 25):
 - Aspirador con filtro de alta eficacia
 - Contenedor residuos para equipos de protección desechables
 - Contenedor para equipos de protección a descontaminar
 - Duchas agua caliente y fría y sistema de tratamiento para evitar el vertido de fibras de amianto
 - Material fungible para la descontaminación de los trabajadores: gel de ducha, cepillos de uñas, artículos de aseo, etc.

- Toallas limpias
 - Contenedor para toallas usadas
 - Armarios para equipos de protección y para ropa de calle
 - Espejo
 - Cinta adhesiva
-
- Deberá existir una unidad de descontaminación la cual constará como mínimo de tres compartimentos o módulos que pueden ampliarse hasta cinco. Los compartimentos garantizarán la separación y aislamiento entre la zona contaminada (zona sucia) y la zona libre de amianto (zona limpia) a través de una zona intermedia (donde están localizadas las duchas). La unidad estará diseñada para que el flujo de aire circule desde la zona limpia a la zona contaminada y no en sentido contrario. Se recomienda un caudal de aire entre 0,2 m/s y 0,5 m/s. Las puertas que comunican la unidad con el exterior serán rígidas y los compartimentos podrán separarse bien por puertas rígidas o mediante cortinas flexibles. La unidad de descontaminación se instalará antes de comenzar los trabajos, y no será desmontada hasta que finalicen los trabajos y se tenga la seguridad de que no existen riesgos en el lugar de trabajo. El trabajador accederá desde el exterior al primer compartimento (zona limpia) en el que se encuentra el vestuario donde se quitará toda su ropa de calle, se colocará todos los equipos de protección individual necesarios para su trabajo (protección respiratoria, ropa, guantes, calzado, etc.). Una vez equipado, comprobará que todos los equipos están correctamente colocados y se dirigirá hacia la zona de trabajo, avanzando a través de los demás compartimentos. Para salir de la zona de trabajo se recorrerá la unidad de descontaminación en sentido inverso. El trabajador saldrá de la zona de trabajo a través del último compartimento (zona sucia). El protocolo de descontaminación

que debe proporcionarle el empresario, contemplará de forma secuencial todas las etapas a realizar a partir de ahí. Esta secuencia debe incluir como primer paso una aspiración dotado de un filtro de alta eficacia seguida de una primera ducha de descontaminación del trabajador con todos los equipos de protección individual puestos. El trabajador no se quitará la protección respiratoria hasta después de haber pasado por la ducha corporal con agua y jabón. Los equipos desechables y reutilizables se almacenarán según indique el protocolo para su eliminación como residuo de amianto o tratamiento posterior, según proceda. En el último compartimento (zona limpia) el trabajador se vestirá con su ropa de calle. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 25).

- El empleador debe proporcionar áreas de descontaminación de la ropa de trabajo mediante sistemas de ventilación por aspiración (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011) o responsabilizarse por el lavado y descontaminación a través de empresas especializadas. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 24). Cuando el trabajador debe desplazarse a otros sitios de la empresa, debe previamente, aspirar su ropa de trabajo con estos sistemas (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).
- La ropa contaminada será colocada en recipientes cerrados y etiquetados con la leyenda: “esta ropa puede contener fibras de crisotilo, mójela para manipularla”.
- Debe proporcionarse a los trabajadores expuestos mascarillas auto-filtrantes FFP3 o mascarillas dotadas con filtros contra partículas (P3), y monos de trabajo desechables provistos de capucha. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2010).

- Dotar a los trabajadores de un adaptador facial (mascarilla o máscara) más filtros contra partículas P3, para trabajos en los que no es esperable que la concentración ambiental supere el VLA. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 23)
- Dotar de ropa de protección adecuada, traje de tipo 5, hermético a partículas sólidas. Las botas estancas (clasificación II) son las más recomendables, dado que las superficies lisas y de materiales impermeables facilitan la limpieza, los guantes de protección impermeables son los más recomendables por sus prestaciones de resistencia mecánica ya que las manos son las que están más expuestas a cortes, rasgados, (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 26).
- La utilización de los equipos de protección individual de las vías respiratorias no podrá ser permanente y su tiempo de utilización, para cada trabajador, deberá limitarse al mínimo estrictamente necesario sin que en ningún caso puedan superarse las 4 horas diarias. Durante los trabajos realizados con un equipo de protección individual de las vías respiratorias se deberán prever las pausas pertinentes en función de la carga física y condiciones climatológicas. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 23)
- Instalar paneles de advertencia para indicar que es posible sobrepasar el valor límite, a pesar de las medidas de protección adoptadas. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 26)

Vigilancia de la Salud:

- Realizar vigilancia del aire para medir las exposiciones de los trabajadores y asegurar que los controles que se están proporcionando para protección son adecuados.
- El personal que maneje amianto de forma regular, debe estar sometido a un control médico continuado durante toda su vida (laboral y extra laboral), mediante un protocolo de vigilancia sanitaria específico.
- La vigilancia de la salud la llevará a cabo personal sanitario con competencia técnica, formación y capacidad acreditada según determinen las autoridades sanitarias en las pautas y protocolos elaborados (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 43).
- Todo trabajador con historia médico-laboral de exposición al amianto será separado del trabajo con riesgo y remitido a estudio a centros de atención especializada.
- Periódicamente, todo trabajador que esté o haya estado expuesto a amianto en la empresa, se someterá a reconocimientos médicos, a intervalos regulares según normativa específica o a criterio del médico responsable. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 44).
- Todo trabajador con antecedentes de exposición al amianto que cese en la relación de trabajo en la empresa en que se produjo la situación de exposición, ya sea por jubilación, cambio de empresa o cualquier otra causa, seguirá sometido a control médico preventivo, mediante reconocimientos periódicos realizados, a través del Sistema Nacional de Salud, en servicios de neumología que dispongan de medios adecuados de exploración funcional respiratoria u otros servicios relacionados con

la patología por amianto. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 45)

4.3.1.6. Objetivo específico N° 6: medidas ambientales para realizar una gestión y disposición segura y adecuada de escombros, producto de actividades demolición.

A continuación se presentan las medidas ambientales a considerar para una gestión adecuada y disposición segura de escombros no peligrosos y aquellos con contenidos de amianto o sustancias peligrosas.

Gestión de Escombros no Peligrosos:

- Humedecer los escombros previo a su evacuación.
- Los materiales y escombros producto de la demolición se debe acopiar en un sitio determinado, evitando su acumulación en las superficies de trabajo.
- Propender a la elaboración de una normativa específica para la gestión de los residuos de la construcción y demolición basada en los principios de jerarquía, es decir, prevenir en la medida de lo posible, reutilizar lo que se pueda, reciclar lo que no se pueda reutilizar, mediante la recuperación selectiva en origen con vistas a su posterior tratamiento tanto de los materiales reciclables mixtos como de materiales destinados a plantas de tratamiento, y valorizar energéticamente todo lo que no se pueda reutilizar o reciclar. El depósito final en vertedero es la última opción (Secretaría General de Medio Ambiente, 2001).
- Ligar las licencias o permisos de trabajo para demoliciones a la correcta gestión de los residuos de la construcción y demolición y exigir que éstos sean clasificados y

descontaminados, en la medida de lo posible en las obras mismas, para facilitar su posterior gestión.

- Aplicar el principio de quien contamina paga para reducir la cantidad de escombros a eliminar, aplicando tasas que desincentiven el uso de escombreras, e imponer tasas mínimas para vertido de escombros.
- Se puede considerar la prohibición de botar en escombreras, los residuos de construcción y demolición que puedan ser reutilizados, aquellos que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo (trituration por ejemplo) y establecer sistemas de tarifas que desincentiven su depósito cuando los residuos puedan ser valorados-reusados o cuando los escombros hayan sido únicamente clasificados (Ministerio de la Presidencia, 2008).
- Elaborar programas de formación de personal especializado y sensibilización tanto para subcontratistas como a los encargados y demás personal de la obra sobre los problemas derivados de la producción de residuos.
- Ejecución de programas de divulgación y concienciación ciudadana tendientes a la reducción de escombros, gestión y disposición segura.
- Adaptar los vertederos o “escombreras” actuales a condiciones técnicas apropiadas para control y gestión adecuada de los materiales a ser dispuestos.
- Identificar áreas degradadas (canteras, minas, etc.) susceptibles de ser restauradas mediante residuos de la construcción y demolición, y determinación de las condiciones técnicas y ecológicas aceptables para su uso. (Secretaría General de Medio Ambiente, 2001)
- Reutilizar los materiales de la construcción en función de su fase constructiva. De la estructura pueden ser reutilizados los elementos prefabricados por su fácil obtención. De las particiones, se pueden aprovechar todo tipo de tabiquerías

móviles, mamparas y piezas translúcidas. En cuanto a los acabados se puede reusar todo tipo de carpinterías exteriores e interiores, pavimentos y alicatados. De las cubiertas (que no contienen amianto), se aprovecharán las piezas fáciles de separar como tejas, paneles aislantes, tragaluces, etc. En cuanto a las instalaciones, toda la maquinaria que se encuentre en buen estado como los elevadores, equipos de aire acondicionado y calefacción y los mobiliarios fijos de baños y cocinas. (Zaragoza Bernal, 2000)

- Realizar una adecuada separación de los materiales heterogéneos que componen los escombros, materiales pétreos (hormigón, ladrillo, mampostería y cerámica) de los no pétreos (metales, madera, plásticos, etc.) (García Alonso & García del Val, 2003).
- Los residuos de construcción y demolición que son aprovechables deben ser reciclados en obra, mediante plantas de tratamiento móvil de trituración y reciclado que permiten obtener un árido reciclado apto para un nuevo aprovechamiento; o deben ser entregados y gestionados por recicladores especializados. (Voladuras y Demoliciones, 2004).

Los materiales pétreos se reciclan para la producción de áridos artificiales para su reincorporación al ciclo constructivo (Voladuras y Demoliciones, 2004). Habitualmente se produce una zahorra⁶ artificial o "todo uno", con granulometrías de 0-40 mm, que se emplea para bases, sub-bases, rellenos y aplicaciones similares (García Alonso & García del Val, 2003). El vidrio es 100% reciclable, los materiales metálicos se recuperan en las fundiciones, o la madera se emplea para la fabricación de aglomerados (Voladuras y Demoliciones, 2004).

⁶ Zahorra: material formado por áridos no triturados, suelos granulares, o una mezcla de ambos, cuya granulometría es de tipo continuo. Los materiales usados para su elaboración son áridos no triturados procedentes de graveras o depósitos naturales, o bien suelos granulares, o una mezcla de ambos

- Construcción de plantas de tratamiento de residuos de construcción y demolición, aptas para el tratamiento de todo tipo de residuo de construcción y demolición con separación manual y mecánica de productos mixtos de construcción.

Plantas de tratamiento con capacidad de reciclar hasta 100.000 t/año, se estima un costo medio de USD 1'555.130,84. Para reciclaje de 200.000 t/año, el costo medio se estima en USD 2'332696,26. (Secretaría General de Medio Ambiente, 2001).

Fotografía N° 4.3.8



Fotografía N° 4.3.8: Planta de tratamiento y trituración móvil de escombros.

Fuente: (García Alonso & García del Val, 2003)

- Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar separación en origen de los escombros o residuos de la demolición, el responsable de la obra podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el responsable deberá obtener del gestor la documentación que evidencie la entrega y gestión de los residuos y escombros.
- Utilizar residuos inertes procedentes de actividades de construcción o demolición en la restauración de un espacio ambientalmente degradado, en obras de

acondicionamiento o relleno, como una operación de valorización, y no una operación de eliminación de residuos en vertedero, cuando la autoridad ambiental declare el lugar como apto para disposición de escombros, antes del inicio de las operaciones y cuando la operación la realice un gestor o empresa con autorización de valorización de residuos. (Ministerio de la Presidencia, 2008)

Medidas de Control de Estructuras con Amianto: Adicionalmente se plantearon de forma independiente medidas específicas para gestión y disposición final de residuos en actividades de demolición, donde existan materiales con amianto.

- Realizar planes de gestión integral de residuos de las obras de demolición, incluyendo los materiales peligrosos, no peligrosos e inertes identificados, inventariados y cuantificados antes de comenzar los trabajos de demolición (Voladuras y Demoliciones, 2004).

Se hará una estimación de la cantidad de residuo que se generará, las características de los materiales residuales, materiales con amianto y otros, y el método establecido para su recogida y almacenamiento temporal en la obra, las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generen, el destino previsto para los residuos, así como una valoración de los costes derivados de su gestión que deberán formar parte del presupuesto del proyecto. (Ministerio de la Presidencia, 2008).

- Todo residuo o escombros que haya tenido contacto con restos de amianto deberá gestionarse como residuo peligroso.
- Colocar recubrimientos en el suelo o superficie de trabajo y a la altura conveniente en el caso de trabajos de cubiertas, de material plástico para recoger y facilitar el retiro de los residuos peligrosos. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, págs. 18,71).

- El amianto o los materiales de los que se desprendan fibras de amianto o que contengan amianto deberán ser almacenados y transportados en embalajes cerrados apropiados y con etiquetas reglamentarias que indiquen que contienen amianto (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 19) y deben ser transportados por un gestor ambiental calificado en camión autorizado para este fin, para su posterior disposición final en celdas de seguridad por parte de gestores autorizados y calificados por el Ministerio de Ambiente de Ecuador.

Actualmente existe un gestor ambiental autorizado para transportar materiales peligrosos con amianto, la empresa “GYPAM” que brinda servicio en todo el país, por su parte para la disposición final en celdas de seguridad existe un gestor autorizado, la empresa “HAZWAT”. El Ministerio de Ambiente no ha autorizado a ningún gestor para realizar tratamiento de residuos peligrosos con amianto.

- Se deben registrar y evidenciar las entregas de residuos peligrosos realizadas al gestor autorizado (Ministerio del Ambiente, 2011).
- Las mascarillas auto filtrantes contra partículas FFP3 no son reutilizables, por lo que una vez utilizadas deben tratarse como un residuo de amianto. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006).
- El adaptador facial con filtro contra partículas P3, los equipos filtrantes con ventilación asistida y los equipos aislantes de aire comprimido son reutilizables, por lo que necesitan descontaminación después de su uso. No se almacenarán los filtros usados, estos deberán n tratarse como un residuo de amianto. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 22)

- El material retirado como cubiertas de fibrocemento pueden ser reutilizadas únicamente si el material se encuentra en buenas condiciones y no existen resquebraduras, roturas, o el material es susceptible de rotura.

4.3.2. Objetivos Secundarios (Colaterales)

4.3.2.1. Objetivo secundario N° 1: Determinar posible presencia de materiales con amianto.

Siguiendo el procedimiento del Apéndice N° 5 de la Guía Técnica 396 “Identificación de Materiales con Amianto” detallado en el numeral 3.2.2.1, a continuación se presentan los resultados de cada fase del procedimiento.

- **Estudio documental:**

Para la recopilación de la información documental se realizó acercamiento con los propietarios de cada demolición, sin embargo solo en la segunda vivienda (Vozandes y América) el propietario era el mismo que realizaba la obra de demolición, quien conocía con mayor detalle las características de la vivienda.

En los casos de estudio N° 1 y 3 se consultó a los propietarios que adquirieron la vivienda para derrocarla y construir una nueva edificación, pero no conocían a detalle los materiales constructivos de la vivienda.

- **Visita (s) del lugar o elemento objeto del estudio:**

Del estudio documental de la vivienda N°2 se conoció que la vivienda contenía como único material peligroso, cubierta de fibrocemento, la cual contiene amianto. Por su parte en los casos de estudio N° 1 y 3 al no contar con datos del propietario, se evidenció a través de las visitas de reconocimiento, que en las viviendas existían materiales con

amianto, específicamente por la presencia de cubiertas o techo de asbesto-cemento (amianto).

Las visitas se realizaron en conjunto con trabajadores de la obra de demolición, maestro mayor encargado y profesional de la construcción.

- **Toma de muestras y análisis (si son necesarias):**

El tercer paso en el procedimiento de identificación de materiales con amianto no se lo efectuó ya que únicamente la Dirección de Riesgos del Trabajo del IESS cuenta con laboratorio y método para determinar presencia de fibras de amianto, pero actualmente no se efectúan estos análisis.

- **Informe de resultados:**

La finalidad de aplicar el procedimiento de identificación de materiales con amianto fue conocer aquellas viviendas o casos de estudio para demolición, que potencialmente contienen elementos peligrosos. A partir de esta información, se pudo conocer las medidas actuales de prevención que se aplican previa demolición de una vivienda, en cuanto al manejo y retiro de materiales con amianto, para posteriormente establecer directrices que mejoren el manejo, retiro y disposición de este tipo de materiales.

En las 3 viviendas analizadas en el centro norte de Quito se encontraron materiales con amianto, específicamente cubiertas con planchas de asbesto - cemento, estos sitios tienen en promedio 50 años de construcción. En la vivienda N° 2, el propietario confirmó que el techo o cubierta era de fibrocemento, por su parte en los casos N° 1 y 3 se confirmó su presencia a través de las visitas de campo y gracias a la experiencia de los profesionales de la construcción que acompañaron el recorrido en los dos lugares.

En la vivienda N° 1 se retiraron alrededor de 20 planchas de asbesto-cemento de 1,50 x 0,90 metros. En la vivienda N°2 se retiraron aproximadamente 130 planchas de 3,00 x 0,90 metros y en el último caso existieron 15 planchas de asbesto-cemento de 3,00 x 0,90

metros que fueron retiradas previa demolición. En los 3 casos las planchas fueron retiradas por el personal de la obra y agrupadas en un sitio específico.

Fotografía N° 4.3.9



Fotografía N° 4.3.9: Planchas de asbesto – cemento retiradas de la vivienda a demoler

Fuente: Autora, 2014

Para los casos de las viviendas N° 1 y 2 se reutilizaron las planchas en el mismo terreno para construcción de una bodega y área de ventas del nuevo proyecto constructivo y en el caso de la N°3, las planchas fueron retiradas por recicladores informales para su reutilización.

El fibrocemento es un material no friable, es decir, no es fácil que se liberen fibras ya que necesita herramientas mecánicas para ser desmoronado o reducido a polvo (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 59), sin embargo el estado de conservación de las cubiertas del techo de asbesto-cemento presentan algún grado de desgaste debido a la influencia de los factores climáticos, produciéndose su envejecimiento, lo que hace que estos materiales al ser manipulados se rompan fácilmente (Garrido, 2006, pág. 1).

4.3.2.2. Objetivo secundario N° 2: Evaluar la exposición a fibras de amianto

En el desarrollo de la investigación no se cumplió con la evaluación de exposición a fibras de amianto en obras de demolición, debido a que en la actualidad en el país no se efectúan estos análisis. Por lo tanto se realizó una revisión bibliográfica respecto a concentraciones promedio de operaciones que pueden contener fibras de amianto, en calidad de datos orientativos. En la tabla N°4.3.14 se presentan los datos referenciales.

Tabla N° 4.3.14

CONCENTRACIÓN fibras / cm³		
OPERACIÓN	Muestreo ambiental	Muestreo personal
Seccionar elementos de fibrocemento (con sierra eléctrica sin aspiración)	1,27 a 2,07	0,66 a 1,57
Seccionar elementos de fibrocemento (con sierra de calar y aspiración)	0,07	0,08 a 0,44
Taladrado de elementos en fibrocemento (con taladro)	-	0,42 a 0,75

Tabla N° 4.3.14: Concentraciones de Fibras de Amianto Medidas en Distintas Intervenciones (Mantenimiento, Desmontaje, Reparaciones, Etc.

Fuente: Apéndice 2, Tabla A-2.1. (Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, pág. 68)

A partir de la revisión bibliográfica se determinó que actividades en las cuales se seccionan elementos de fibrocemento principalmente aquellas que no cuentan con aspiración, superan el valor límite ambiental (VLA-ED) de 0,1 fibras/cm³ de exposición al amianto, establecido en los “Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España” (Aguilar, Aragón, Argemí, Cañedo, & al, 2014). En estas operaciones el índice de exposición a fibras de amianto fluctúa entre:

$$I = C/VLA-ED$$

Donde,

I= índice de exposición

C= concentración (fibras/cm³)

VLA-ED= valor límite ambiental de exposición diaria

$$I_{\text{mín}} = 0,66 / 0,1 = 6,6 \text{ fibras / cm}^3$$

$$I_{\text{máx}} = 1,57 / 0,1 = 15,7 \text{ fibras / cm}^3$$

En una actividad u operación sin aspiración, el índice de exposición a fibras de amianto supera la unidad, $I > 1$, por lo cual se deben tomar medidas correctivas inmediatas, sobre todo prevenir la dispersión de fibras en este tipo de trabajos y mantener muestreos periódicos.

Por su parte, en operaciones que se seccionan elementos de fibrocemento con aspiración, el índice de exposición a fibras de amianto va desde:

$$I = C/VLA-ED$$

$$I_{\text{mín}} = 0,08 / 0,1 = 0,8 \text{ fibras / cm}^3$$

$$I_{\text{máx}} = 0,44 / 0,1 = 4,4 \text{ fibras / cm}^3$$

Es decir, en esta operación existe la posibilidad de que la concentración de fibras de amianto alcance y supere el valor límite ambiental, por lo que se deberán tomar medidas preventivas y correctivas.

4.3.2.3. Objetivo secundario N° 3: Identificar normativa aplicable para protección de trabajadores y del ambiente

El desarrollo y cumplimiento de este objetivo se lo efectuó a través de la identificación del marco legal aplicable para los aspectos técnico constructivo, de seguridad y ambiente detallados en el capítulo II, revisión de literatura.

4.4. Discusión – Análisis de los Resultados

Respecto a los datos presentados en el numeral 4.3.1.3, objetivo específico N°2 y considerando las características del tipo de actividad sobre la cual se realizó la investigación, es complejo determinar si dentro del proceso de demolición, la actividad de derrocamiento corresponde a una actividad repetitiva que permita aplicar la metodología establecida en el Anexo C de la Norma UNE-EN-689, la cual propone dos sistemas de toma de decisiones según el número de jornadas para los que se dispone de valores de concentración ponderada, en este caso, a partir de un pequeño número de muestras (Garrido Roldán, 2014, pág. 84). Entre sus condicionantes están que la exposición sea repetitiva y que el índice de exposición calculado debe proceder de una jornada diferente de muestreo.

Partiendo del concepto de exposiciones repetitivas, “aquellas en las que ciertos factores de riesgo no varían ostensiblemente de una jornada a otra pudiéndose hablar de una concentración media acotable en el puesto de trabajo y que puede compararse con los valores límite de referencia”. (Garrido Roldán, 2014, pág. 137), la discusión del investigador surge al considerar que se puede plantear como exposición repetitiva al conjunto de procesos de demolición de viviendas que se realicen en un tiempo determinado

en el sector centro – norte de Quito. De esta manera se agruparían varias viviendas para analizar la concentración media ponderada de material particulado para la actividad de derrocamiento en sí, independiente del sitio específico donde ésta se desarrolle.

Bajo este mismo criterio, y en base a (Garrido Roldán, 2014, pág. 148) sobre el riesgo incierto cuando existen dudas acerca de la magnitud de la exposición, conforme a los resultados obtenidos para concentración de “partículas no especificadas – fracción inhalable” en las viviendas N° 2 y 3, se considera que se debe establecer un programa de muestreos periódicos que permitan acotar mejor los resultados de la evaluación. Esto se puede lograr, como se mencionó anteriormente, agrupando en un solo análisis varios procesos de demolición donde exista exposición a material particulado, de tal manera que se obtenga una conclusión general de la exposición en procesos de demolición, y se establezcan medidas y controles para reducir el riesgo en este tipo de actividades.

En base a los resultados de riesgo incierto obtenidos del muestreo de los casos de estudio N° 2 y 3 y en relación a la metodología de evaluación de la norma UNE-EN-689, para el caso de actividades repetitivas se deberían aplicar acciones correctivas para medir nuevamente la concentración. Considerando que el proceso de demolición es puntual y de corta duración, no es posible aplicar medidas correctivas para repetir las mediciones; por lo tanto se propone que en los procesos de demolición las medidas aplicadas sean principalmente preventivas, basadas en el diagnóstico inicial realizado en la presente investigación y profundizado en futuros muestreos con un mayor número de viviendas.

Respecto al objetivo específico N° 4.3.1.3 sobre las técnicas actuales aplicadas en procesos de demolición, la principal debilidad evidenciada en los tres casos de estudio, fue la falta de uso de equipos de protección por parte de los trabajadores.

En cuanto al mantenimiento de maquinaria y su uso, las cabinas para los operadores de la retroexcavadora en la industria de la construcción, están hechas para proteger a los operadores del ruido y el polvo excesivos. Cuando el equipo es nuevo, los controles en la cabina pueden por lo general reducir la exposición al polvo a un nivel aceptable. Sin embargo, a medida que el equipo se va poniendo viejo, muchos componentes del sistema de control se deterioran (por ejemplo el cierre hermético), lo que puede causar que el operador quede expuesto a niveles peligrosos de polvo. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC, 2009).

De los resultados obtenidos tras la encuesta efectuada para el cumplimiento del objetivo específico N° 4.3.1.4, se evidenció que en un alto porcentaje los profesionales de la construcción conocen los riesgos y enfermedades que pueden afectar a la salud de los trabajadores y moradores expuestos a material particulado proveniente de un proceso de demolición. Así también expresaron su apertura para mejorar el desarrollo de una demolición, iniciando desde la ejecución del estudio previo para establecer medidas de protección para trabajadores y minimizar impactos al ambiente, así como la disponibilidad de asumir costos para un estudio de gestión de residuos.

Por lo tanto el conocimiento que tienen los profesionales de la construcción debe ser reforzado con la aplicación y práctica de medidas técnicas orientadas a reducir los riesgos y prevenir enfermedades que puedan afectar a la salud de los trabajadores y moradores expuestos a material particulado. Una de las formas en la que se puede reforzar este conocimiento y llevarlo a la práctica es realizando autocontroles durante las obras y/o actividades constructivas, empleando fichas técnicas o “check list” para verificar las medidas de seguridad en ejecución y/o del cuidado del ambiente.

El Ecuador a diferencia de más de 100 países que han firmado el Convenio de Rotterdam, no ha prohibido el uso del amianto crisotilo, sino que a través de normas técnicas ha establecido métodos o prácticas adecuadas para protección en el uso o fabricación de materiales, productos, o elementos de este tipo de amianto. Esto genera una discusión considerando que el riesgo de exposición a inhalación de fibras de amianto, se extiende más allá de los trabajadores que fabrican materiales con amianto, esto trasciende a trabajadores de la construcción y comunidad en general que se ve afectada por la manipulación de estos materiales en un proceso de demolición por ejemplo, donde las medidas preventivas para dispersión de partículas o fibras de amianto son débiles.

5. CAPÍTULO V CONCLUSIONES

- De las tareas y puestos de trabajo identificados se evidenció que para lograr el desmantelamiento de la vivienda, intervienen simultáneamente trabajadores con diferentes responsabilidades de acuerdo a su experiencia y capacitación, sin embargo la demolición de una vivienda se puede lograr únicamente ejecutando la fase de derrocamiento de la estructura usando una retroexcavadora, por lo cual se concluye que este puesto de trabajo es el más representativo, además de que en éste se desprende mayor cantidad de polvo.
- Pese a que se determinó como incierto el resultado de los muestreos de partículas inhalables en los procesos de demolición de las viviendas N° 2 y 3, se considera que los profesionales de la construcción deben reforzar las medidas actuales de protección a trabajadores y aplicar nuevas técnicas que propendan a la reducción del riesgo de exposición a material particulado inhalable desde la fuente generadora hasta el trabajador, incluida la vigilancia de la salud.
- De las disposiciones de seguridad establecidas en la ficha de campo y verificadas en los procesos de demolición de los 3 casos de estudio, el promedio del porcentaje de cumplimiento de las disposiciones de seguridad fue 56,6%, lo cual representa un bajo cumplimiento considerando la prioridad que debe existir sobre la seguridad y salud de cualquier trabajador, y aún más en la industria de la construcción que se encuentra en auge y presenta altos índices de accidentes laborales.
- Al ser un alto porcentaje de profesionales de la construcción que tienen experiencia en el proceso técnico de una demolición y el 89% quienes consideran prioritaria la fase de desmantelamiento de viviendas previa demolición, es importante que se promueva y regule la ejecución de esta actividad para separar materiales peligrosos

como planchas de asbesto-cemento presentes en las viviendas antiguas de entre 40-60 años de construcción, con lo cual se aprovecharía aún más el desmantelamiento de la vivienda, previniendo la dispersión de material particulado y fibras de amianto, así como una adecuada gestión de los residuos peligrosos.

- A pesar de que actualmente no se apliquen la mayor parte de las disposiciones de seguridad y ambiente para procesos de demolición, al registrar el 92% de profesionales de la construcción que consideran importante aplicar un plan de gestión de residuos, se concluye que ellos estarían dispuestos a cumplir nuevas disposiciones o requisitos legales que faciliten y agilicen los procesos constructivos como la demolición, lo cual beneficia a la seguridad y salud del trabajador, así como a la reducción de impactos al ambiente generada por escombros y residuos peligrosos.
- El 40 % y el 54 % de los encuestados están dispuestos a asumir menos del 1% y entre el 1 – 2% respectivamente, del costo de la demolición para ejecutar un estudio de gestión de residuos, lo que en conjunto refleja que el 94% de profesionales considera importante invertir parte del costo constructivo en gestionar adecuadamente los residuos, lo que permitiría cubrir costos de separación especializada de materiales peligrosos y entrega a gestores calificados. Así también esta apertura da paso a que el constructor asuma también el costo necesario para fortalecer el cumplimiento de las disposiciones de seguridad y salud.
- El 88% de los encuestados conoce que el amianto o asbesto al disgregarse e inhalarse puede afectar a la salud de los trabajadores y moradores, el 90% conoce que la inhalación de material particulado de una demolición puede ocasionar enfermedades ocupacionales, por lo cual se concluye que no es la falta de conocimiento la que lleva al profesional a emprender procesos de demolición sin la

aplicación de medidas técnicas de protección a la seguridad y salud de trabajadores, sino más bien que la débil exigencia y falta de regulación de las autoridades, para procesos cortos y puntuales como la demolición, abren paso a que el profesional ejecute los trabajos sin aplicar medidas rigurosas y eficientes orientadas al control del riesgo de inhalación de material particulado y exposición de agentes químicos como el amianto.

- Producto de la revisión bibliográfica para el desarrollo del objetivo específico N° 5, se evidenció que existen un sinnúmero de medidas de protección para trabajadores expuestos al riesgo de inhalación de material particulado, que son factibles de aplicar por los constructores, aún más considerando que en su mayoría éstos conocen los riesgos presentes en una demolición.
- En cuanto al objetivo específico N°6 se concluye que la aplicación de las medidas ambientales para realizar una gestión y disposición adecuada de escombros, está ligada a un mejor control y regulación por parte del municipio de la ciudad, para que primero existan sitios técnicamente acondicionados para recibir, reciclar y disponer escombros diferenciados y así lograr un mejor aprovechamiento de los materiales y del espacio disponible en una escombrera.
- Tomando como referencia que la mayor parte de los encuestados están dispuestos a asumir entre el 1 y 2% del costo de la demolición para ejecutar un estudio de gestión de residuos, se concluye que las medidas ambientales planteadas para realizar una gestión adecuada de escombros son factibles de ejecutar e incluso pueden generar ganancia al constructor sí los materiales de la vivienda son diferenciados, reciclados y reutilizados apropiadamente.
- La metodología de identificación de materiales con amianto, Apéndice N° 5 de la Guía Técnica 396 “Identificación de Materiales con Amianto” permite realizar un

reconocimiento eficiente de la posible presencia de planchas de asbesto cemento de viviendas antiguas, pese a que no se pueda realizar un muestreo que determine la presencia de fibras de amianto, por lo cual es importante considerar que en caso de existir sospecha de su presencia, se deben aplicar medidas técnicas preventivas para desmontaje y correcta disposición de las planchas o cubierta, en procesos de demolición de viviendas entre 40 - 60 años de construcción, controlando la afectación potencial a trabajadores e impactos al ambiente.

- En base a los datos referidos de concentración de fibras de amianto en operaciones de seccionamiento de elementos de fibrocemento, apéndice N°2, Tabla A-2.1, se evidencia que para cualquier forma de trabajo, con aspiración o sin ella, se deberán aplicar medidas de prevención y control para efectuar estas actividades, de tal manera que minimice la exposición del trabajador y se precautele su salud.
- Tomando en cuenta que en el Ecuador no está prohibido el uso de amianto crisotilo para fabricación de planchas o cubiertas de asbesto-cemento, se concluye que las medidas de prevención y control del riesgo de inhalación de material particulado con fibras de amianto deberá extenderse aun más a procesos de demolición de viviendas y cualquier edificación antigua y nueva que contenga cubiertas de estas características.
- Existe debilidad en el marco legal ecuatoriano en cuanto a la especificidad de normas técnicas vinculantes que regulen y controlen procesos de demolición en los aspectos constructivos, de ambiente y seguridad, lo que da paso a que profesionales de la construcción realicen procesos de demolición sin la aplicación de medidas técnicas que garanticen la seguridad, salud de los trabajadores y minimicen los impactos al ambiente.

- Al referir la investigación a una actividad específica de la construcción y evidenciar que de ella se abren múltiples ramas que en conjunto complementan el estudio, se concluye que la industria de la construcción puede reforzar su desarrollo, profundizando con investigaciones que complementen los aspectos de seguridad, salud y ambiente al sinnúmero de actividades que esta industria abarca.

5.1. Respuestas a las Preguntas de Investigación

1. ¿Cómo y hasta qué punto los trabajadores de procesos de demolición de viviendas en el sector centro norte de la ciudad de Quito, están expuestos al riesgo de inhalación de material particulado, como consecuencia de las técnicas de seguridad y ambiente empleadas actualmente para obras de demolición?

Los trabajadores de procesos de demolición están expuestos al riesgo de inhalación de material particulado, debido a la falta de aplicación de medidas técnicas rigurosas que controlen y reduzcan el riesgo de exposición, tanto en la fuente, el medio de transmisión, como en el trabajador. A su vez al determinar incierto el muestreo de material particulado (partículas inhalables) en 2/3 de los casos de estudio y como inaceptable al 1/3 restante, se evidencia que los trabajadores están expuestos y tienen riesgo de afectación a la salud a corto y/o largo plazo.

2. ¿Hasta qué punto los profesionales de la construcción conocen sobre los riesgos de exposición a material particulado al que están expuestos los trabajadores de actividades de demolición?

En función a la encuesta realizada a los profesionales de la construcción, se dio respuesta a la pregunta de investigación determinando que alrededor del 90% de los encuestados

conocen los riesgos y enfermedades ocupacionales producto de la exposición a material particulado en actividades de demolición.

3. ¿Qué medidas de protección se pueden proponer para trabajadores expuestos al riesgo de inhalación de material particulado producto de actividades de demolición y cuáles medidas ambientales para realizar una gestión y disposición segura y adecuada de escombros?

Las medidas de protección para trabajadores expuestos se plantearon en el capítulo N° 4 Análisis de Datos, numeral 4.3.1.5 y 4.3.1.6, de acuerdo a la priorización establecida en el Reglamento de Seguridad y Salud para Construcción y Obras Públicas, es decir medidas orientadas para controlar riesgos en el origen, medio de transmisión y trabajador. Estas medidas se determinaron en función a los resultados obtenidos en los muestreos, en la encuesta y en la identificación de las técnicas aplicadas actualmente en actividades de demolición y se basan principalmente en experiencias de otros países.

3.1. Limitaciones del Estudio

- La identificación de los puestos de trabajo y las tareas con posible exposición al riesgo de inhalación de material particulado en una demolición, se la realizó por observación directa en cada uno de los casos de estudio, ya que no se precisa de información descriptiva específica para actividades de demolición que respalde los datos levantados en campo.
- Realizar muestreos de dispersión de material particulado en procesos de demolición está limitado a contar con el caso de estudio y la apertura del profesional de la construcción que permita tomar los datos necesarios durante el trabajo. En este contexto el acceso a casos de estudio a través de información proporcionada por

instituciones públicas que tramitan los permisos de construcción y demolición de lugares donde potencialmente se realizarán demoliciones, no facilita la ejecución del estudio, ya que no se sabe si las instituciones carecen de una base de datos que proporcione esta información, o si la dificultad para proporcionarla es por la variación en los trámites de permisos debido al cambio de autoridades en la administración del Municipio de Quito.

- La ejecución del estudio estuvo limitado en cuanto a conocer estadísticamente el número de viviendas que se derrocan en un tiempo determinado en el sector centro-norte de Quito. No existe a nivel institucional una caracterización del número de viviendas antiguas por sectores, que permita discriminar aquellas que potencialmente podrían ser demolidas en una parroquia específica. El planteamiento inicial del estudio era discriminar aquellas viviendas antiguas entre 40 y 60 años de construcción en determinados sectores, empleando herramientas cartográficas de análisis territorial de los catastros de la zona centro – norte de la ciudad.
- Las características de un proceso de demolición limitan a que el muestreo de material particulado se lo realice durante 1 sola jornada o máximo en 2 días consecutivos. Considerando la duración específica de la actividad de derrocamiento que en los 2 casos de estudio fue de 2 días, no fue posible obtener 2 valores más de exposición diaria para continuar con el procedimiento UNE-EN-689 y comprobar la incertidumbre de los resultados, ya que durante el primer día se realizó el muestreo y al día siguiente se procedió a pesar el material filtrante.
- La identificación de las técnicas actuales empleadas en las actividades de demolición, se vio limitada debido al recelo manifestado por parte de los constructores para brindar detalles informativos de la actividad, por cuanto la

responsabilidad que tienen sobre una correcta ejecución de la demolición y las repercusiones que creen tener por sus incumplimientos.

- La ejecución de la encuesta para determinar el grado de conocimiento de los profesionales de la construcción, se limitó al número de socios activos del Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha que efectuaron la encuesta en la plataforma virtual, y de este segmento se debía limitar a aquellos que han participado en la planificación y/o ejecución de una demolición, para que sean quienes brinden datos en base a su experiencia real.
- La principal limitación presentada para plantear medidas de protección para trabajadores expuestos al riesgo de inhalación de material particulado y medidas ambientales para una gestión y disposición segura y adecuada de escombros, fue que en el país no se han desarrollado otras investigaciones en este ámbito, por lo cual, para el desarrollo de los objetivos específicos N° 5 y 6, no se tomaron referencias y/o sugerencias de otros casos de estudio basados en experiencias más cercanas a la realidad de la ciudad de Quito y/o del país.
- En cuanto a la determinación de la presencia de fibras de amianto, el estudio se limita por la carencia de facilidades técnicas de laboratorios para este tipo de análisis. Solamente en la Dirección de Riesgos del Trabajo del IESS se cuenta con un método de conteo de fibras de amianto, mismo que para su uso deberá ser actualizado y validado porque no se lo ha aplicado desde hace varios años.

3.2. Recomendaciones para Futuros Estudios

- La identificación de puestos de trabajo realizada para actividades de demolición, puede ser revisada y validada por un grupo de profesionales de la construcción de

forma que para estudios futuros, se cuente con una referencia aplicable que permita ahondar en la evaluación del riesgo de inhalación de material particulado.

- Para futuros estudios se recomienda efectuar una caracterización general del material particulado disperso en el ambiente de trabajo de procesos de demolición, para conocer la composición de la partícula y saber si existen agentes peligrosos como amianto, sílice u otros.
- La ficha de identificación de las técnicas actuales aplicadas en actividades de demolición puede ser empleada por los profesionales de la construcción como un mecanismo de autoevaluación y control de los requerimientos de seguridad y ambiente, así también puede ser empleada por autoridades u organismos de control de la industria de la construcción, direcciones de riesgos del trabajo y autoridades ambientales, previa revisión y validación de profesionales multidisciplinarios.
- En base a que el 90% de los profesionales de la construcción conoce respecto a las enfermedades ocupacionales que puede ocasionar la inhalación de material particulado, se puede trabajar para implementar o reforzar las medidas de prevención y protección para trabajadores en obras de demolición.
- Para contar con referencias adicionales a las obtenidas en la encuesta de los profesionales socios del Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha, se recomienda profundizar el análisis del grado de conocimiento y comparar datos, aplicando la encuesta en otro segmento de constructores, sea en la rama de arquitectura o bien en otra ciudad del país.
- Se recomienda que en el trámite de permiso de demolición se vinculen los aspectos de seguridad y ambiente para mejorar las condiciones de trabajo y que se exija la elaboración y cumplimiento del plan de trabajo, mismo que debe ser revisado y

aprobado por una institución que cuente con profesionales con experiencia en las tres perspectivas, técnica, seguridad y ambiente.

- Se recomienda que el Gobierno local establezca políticas de gestión orientadas a promover la reutilización, reciclado, valorización y adecuado tratamiento de escombros de construcción y demolición, así como mejore las condiciones de los sitios de disposición de escombros y sus prácticas de trabajo.
- Se recomienda desde el aspecto ambiental que se fomente y promueva la calificación de más gestores ambientales que puedan retirar infraestructura con amianto, transportar y disponer adecuadamente residuos peligrosos con amianto.
- Para ampliar los muestreos de material particulado en otros puestos de trabajo, en mayor número de viviendas, u otro tipo de infraestructura donde pueda existir amianto, se recomienda gestionar la actualización y validación del método desarrollado por la Dirección de Riesgos de Trabajo del IESS, de tal forma que en el Ecuador sea posible determinar cuantitativamente la presencia de fibras de amianto, así como evaluar la exposición que puede presentarse en actividades de demolición.
- Se recomienda que como parte del fortalecimiento que actualmente se realiza al marco legal ecuatoriano, se planteen normas específicas para procesos de demolición que vinculen los aspectos técnicos, de seguridad y ambiente y se establezcan los requisitos y controles para una adecuada ejecución de trabajos puntuales y de corta duración que actualmente se realizan con mucha frecuencia en la zona centro-norte de Quito.
- En la industria de la construcción existen un sinnúmero de actividades que ocasionan riesgo a los trabajadores, así también estas actividades generan diversos impactos al ambiente. Al ser una industria tan amplia y de suma importancia para el

desarrollo del país, se recomienda que ésta refuerce su control, aplicación y regulación de forma particularizada, de tal manera que englobe el mayor número de actividades y aspectos técnicos que la componen.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades ATSDR. (02 de Diciembre de 2004). *Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades*. Obtenido de Viviendo con enfermedades relacionadas con el asbesto: http://www.atsdr.cdc.gov/es/asbesto/guia_autocuidado/enfermedades.html

Aguilar, A., Aragón, M. d., Argemí, C., & Cañedo, D. (2014). Límites de Exposición Profesional para agentes químicos en España. Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 12, 19, 21.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists - ACGIH. (2012). *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices*. Cincinnati: ACGIH, 76.

Bartual, J., & Guardino, X. (1989). *NTP 244: Criterios de Valoración en Higiene Industrial*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Boada, R., Del Pino, I., González, M., & al. (1993). *Arquitectura de Quito una visión Histórica*. Quito: Trama, Fraga, 15-71.

Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (2014). *Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional*. Recuperado el 2013, de Recurso Nacional Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional: http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/lungs_dust.html

Cecala, A., & Organiscak, J. (2009). *Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional*, Recuperado el 12 de marzo de 2014, de <http://www.cdc.gov>

Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional. (18 de abril de 2002). *Recurso Nacional Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional*. Obtenido de Cuáles son los efectos del polvo en los pulmones:
http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/lungs_dust.html

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (noviembre de 2012). *Publicaciones de NIOSH*. Obtenido de Prevención de enfermedades respiratorias ocupacionales por la humedad en edificios de oficinas, escuelas y otros edificios no industriales: http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2013-102_sp/sintomas.html

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC. (15 de Octubre de 2012). Obtenido de Asma: <http://www.cdc.gov/asthma/es/faqs.htm>

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (02 de mayo de 2011). Obtenido de Mayo es el Mes de Concientización sobre el Asma:
<http://www.cdc.gov/spanish/especialesCDC/DiaMundialAsma/>

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC. (Abril de 2009). *Publicaciones de NIOSH*. Obtenido de Disminución de la exposición al polvo peligroso en cabinas cerradas que utilizan los operadores en la construcción:
http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/wp-solutions/2009-123_sp/

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades CDC. (1996). *Publicaciones de NIOSH*. Obtenido de Prevenir la Silicosis y las Muertes entre los Trabajadores de la Construcción: http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/96-112_sp/

Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha. (13 de Mayo de 2010). *Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha*. Obtenido de <http://www.cicp-ec.com/>

Metropolitano de Quito. (2013). *Ordenanza Metropolitana N° 404*. Quito.

Concejo Metropolitano de Quito. (2011). *Ordenanza Metropolitana N°332 de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito, Pichincha, Ecuador.

Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores. (7 de mayo de 2004). *Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decisión 584*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.

Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2011). *Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo C.D. 390*. Quito.

Consejo Superior del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (1990). *Reglamento General del Seguro de Riesgos Del Trabajo. Resolución N° 741*. Quito, Pichincha, Ecuador.

CORDIS - Comisión Europea. (21 de Julio de 2008). *Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo*. Obtenido de Retener las Partículas de Polvo Con Gotas de Agua: http://cordis.europa.eu/result/rcn/84247_es.html

División de Normas del Instituto Nacional de Normalización INN - Chile. (1999).

Construcción - Disposiciones de Seguridad en Demolición NCh347 (Vol. Primera Edición). Santiago, Chile: Instituto Nacional de Normalización INN – Chile, 3-11.

García Alonso, A., & García del Val, Á. L. (2003). *Equipos Móviles Metso Nordberg aplicados al Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición. Reciclaje. España.*

Garrido Roldán, J. (2014). El Proceso de Gestión de los Riesgos Higiénicos por Exposición a Agentes Químicos. *Maestría en Seguridad, Salud y Ambiente USFQ - UHU* , Quito, 15-152.

Garrido, M. (2006). *Procedimiento de Trabajo Seguro para Retiro de Materiales de Asbesto - Cemento antes de Demoler.* Chile, 1 – 3.

Giusti, C., Carlsen, J., & Watson, K. (2013). The Control of Dust And Emissions During Construction and Demolition. *Draft Supplementary Planning Guidance Published For Public Consultant.* London, England: Greater London Authority, V.

Holman, C. (2014, Mayo 25). *The Health Impact of Demolition Dust.* Retrieved from sitio web Environcorp: www.environcorp.com

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (26 de Mayo de 2011). Seguridad e Higiene del Trabajo para el Uso del Amianto Crisotilo en las Actividades Laborales. *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 052* . Quito, Pichincha, Ecuador.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2013). *Real Decreto 374/2001 Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relacionados con los Agentes Químicos Presentes en los Lugares de Trabajo.*

Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 23, 78-87, 125, 132.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (s.f.). Determinación de Materia Particulada (Fracciones Inhalable, Torácica y Respirable) en aire - Método Gravimétrico (MTA/MA - 014/A11). *Métodos de Toma de Muestras y Análisis*. Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 4.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2009). Determinación Cualitativa (Identificación) de Fibras de Amianto en Materiales - Método de Polarización - Dispersión / Microscopía Óptica. *MTA/PI - 010/A09*. Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2010). *Operaciones de Demolición, Retirada o Mantenimiento con Amianto: Ejemplos Prácticos - NTP862*. Madrid: España.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (s.f.). Determinación de Materia Particulada (Fracciones Inhalable, Torácica y Respirable) en aire - Método Gravimétrico. *MTA/MA - 014/A11*. Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Linch, K., Groce, D., Musgrave, K., Jajosky, R., Short, S., & Parker, J. (2014). *Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades*. Recuperado el 2013, de http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/96-112_sp/

Marzouk, M., & Azab, S. (2014). Environmental and Economic Impact Assessment of Construction and Demolition Waste Disposal using System Dynamics. *Resources, Conservation and Recycling*, 41-49.

- Miangolarra, J. (2009). *Seguridad Práctica en la Construcción*. Bizkaia: Osalan. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales, 110.
- Ministerio de la Presidencia. (2008). *Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición - Real Decreto 105/2008*. Madrid, España.
- Ministerio de Relaciones Exteriores. (1990). *Convenio Utilización de Asbesto en Condiciones de Seguridad N° 162*. Quito: Registro Oficial N° 405.
- Ministerio de Trabajo e Inmigración, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2006). *Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relacionados con la Exposición al Amianto, Real Decreto 396*. Madrid, 15-29, 39-45, 59, 60, 68, 71, 85-87.
- Ministerio de Trabajo y Empleo. (2008). *Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas*. Registro Oficial N° 249. Quito, Ecuador, 9.
- Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos. (2000). *Reglamento de Seguridad para el Uso del Amianto*. Registro Oficial N° 137 . Quito, Pichincha, Ecuador.
- Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos. (1998). *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo*. Quito, 22, 64.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Reforma del Título I y IV del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente*. Acuerdo Ministerial N° 006. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Listados Nacionales de Sustancias Químicas Peligrosas y Desechos Peligrosos y Especiales*. Acuerdo Ministerial N° 142. Quito, Pichincha, Ecuador.

- Ministerio del Ambiente. (2011). *Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos PELigrosos y Especiales*. Acuerdo Ministerial N° 161. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Montero, I., & León, O. (2002). Clasificación y Descripción de las Metodologías de Investigación en Psicología. *Revista Internacional de Psicología Clínica y de la Salud*. Madrid, España, 3.
- Peterson, E. (2014). *Demolition Dust: Hazards and Control*. Recuperado el 3 de abril de 2014, de Dust Boss: <http://www.dustboss.com/support/dust-related-health-safety-issues/demolition-dust-hazards-and-control/>
- Secretaría General de Medio Ambiente. (2001). Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001 - 2006. En S. General, *BOE número. 166 - Acuerdo de Consejo de Ministros*. Madrid, 25305 – 25313.
- SKC Inc. (s.f.). *Operating Instructions Universal Sample Pump PCXR4*. Recuperado el 20 de Marzo de 2014, de Skcinc World Leader in Sampling Technologies: <http://www.skcinc.com/instructions/37712.pdf>
- SKC Inc. (s.f.). *Portable Environmental Particulate Air Monitor*. Recuperado el 20 de marzo de 2014, de World Leader in Sampling Technologies: <http://www.skcinc.com/>
- The Mesothelioma Center. (19 de Agosto de 2013). *Asbestos.com*. Obtenido de Mesotelioma Pleural: <http://espanol.asbestos.com/mesotelioma/pleural.php>

Torres, M., Paz, K., & Salazar, F. (2013). Tamaño de una Muestra para una Investigación de Mercado. *Boletín Electrónico N° 02*. (U. R.-F. Ingeniería, Ed.) Guatemala, Guatemala, 6,11.

United States Environmental Protection Agency. (18 de marzo de 2013). *EPA*. Obtenido de Particulate Matter: <http://www.epa.gov/airquality/particlepollution/>

Voladuras y Demoliciones. (20 de mayo de 2004). Soluciones Integrales en Demolición y Optimización en la Gestión de Residuos. *Demolición & Reciclaje / Número 23*, 72-74. Recuperado el 23 de 05 de 2014, de Gestión de Residuos: <http://www.voladurasydemoliciones.com/residuos.htm>

Williams, C., Tan-Wilhelm, D., Massengale, R., & al. (2004). *Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades*. Recuperado el 2013, de Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional: www.cdc.gov/niosh/topics/silica, 6-11.

Zaragoza Bernal, A. (2000). *Reutilización de los Residuos Generados en Obra para la Obtención de Hormigones*. España: Universidad de Alicante.

5. GLOSARIO

Actividad con agentes químicos: todo trabajo en el que se utilicen agentes químicos, o esté previsto utilizarlos, en cualquier proceso, incluidos la producción, la manipulación, el almacenamiento, el transporte o la evacuación y el tratamiento, o en que se produzcan como resultado de dicho trabajo. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 14)

Agente Químico: Todo elemento o compuesto químico, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 12)

Agente químico peligroso: agente químico que puede representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores debido a sus propiedades fisicoquímicas, químicas o toxicológicas y a la forma en que se utiliza o se halla presente en el lugar de trabajo. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 13)

Factor o agente de riesgo: Es el elemento agresor o contaminante sujeto a valoración, que actuando sobre el trabajador o los medios de producción hace posible la presencia del riesgo. Sobre este elemento es que debemos incidir para prevenir los riesgos. (Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos, 2000)

Higiene laboral o del trabajo: Sistema de principios y reglas orientadas al control de contaminantes del área laboral con la finalidad de evitar la generación de enfermedades profesionales y relacionadas con el trabajo (Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos, 2000).

Químicos: Originados por la presencia de polvos minerales, vegetales, polvos y humos metálicos, aerosoles, nieblas, gases, vapores y líquidos utilizados en los procesos laborales (Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos, 2000).

Valor Límite Biológico: el límite de la concentración, en el medio biológico adecuado, del agente químico o de uno de sus metabolitos o de otro indicador biológico directa o indirectamente relacionado con los efectos de la exposición del trabajador al agente en cuestión. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2013, pág. 14)

6. ANEXOS

ANEXO N° 1: Oficios de solicitud de información de procesos de demolición enviados a Administraciones Zonales

ANEXO N° 2: Oficios enviados a Colegios Profesionales

ANEXO N° 3. Fotografías del Proceso de Muestreo

ANEXO N° 4. Fichas de Campo para Cumplimiento del Objetivo N° 3.2.1.3

ANEXO N° 5. Cartas de Validación de la Encuesta

ANEXO N° 6. Oficio de Solicitud para Difusión de Encuesta

ANEXO N° 7. Mapa de Localización de Viviendas Demolidas

ANEXO N° 8. Disposiciones de seguridad y ambiente que se evidenciaron en los casos de estudio