



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“IDENTIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EMITIDOS POR FUENTES FIJAS EN LA ELABORACIÓN DE ALFARERÍA EN LA PARROQUIA LA VICTORIA DEL CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”.

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de:
Ingeniera en Medio Ambiente.

Autora:

Erazo Nogales Gabriela Katerine

Tutor:

Ing. Daza Guerra Oscar René

Latacunga - Ecuador

Julio, 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo Erazo Nogales Gabriela Katerine” declaro ser autora del presente proyecto de investigación Identificación de los contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes fijas en la elaboración de alfarería en la Parroquia La Victoria del cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, siendo el Ing. Oscar René Daza Guerra tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales”.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....
Erazo Nogales Gabriela Katerine

Número de C.I.: 050379332-5

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Erazo Nogales Gabriela Katerine, identificada/o con C.C. N° 050379332-5, de estado civil Soltera y con domicilio en el Barrio Luz de América parroquia Poalo, cantón Latacunga, a quien en lo sucesivo se denominará **LA/EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA/EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado de titulación de Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.-

Fecha de inicio de la carrera.- Septiembre 2012

Fecha de finalización.- Julio 2017

Aprobación HCA.-

Tutor.- Ing. Oscar René Daza Guerra.

Tema: “IDENTIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EMITIDOS POR FUENTES FIJAS EN LA ELABORACIÓN DE ALFARERÍA EN LA PARROQUIA LA VICTORIA DEL CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”

CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA.- Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA.- El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA.- El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.- Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA.- En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA.- Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 18 días del mes de Julio del 2017.

.....
Erazo Nogales Gabriela Katerine.

.....
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

LA CEDENTE

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Identificación de los contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes fijas en la elaboración de alfarería en la parroquia La Victoria del Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi” de Erazo Nogales Gabriela Katerine, de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Julio del 2017

El Tutor

.....

Ing. Oscar René Daza Guerra Mgs.

Ci: 0400689790

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Erazo Nogales Gabriela Katerine con el título de Proyecto de Investigación: “Identificación de los contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes fijas en la elaboración de alfarería en la parroquia La Victoria del Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Julio del 2017

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Nombre: M,Sc. Patricio Clavijo

CC: 050144458-2

Lector 2

Nombre: Ing. Cristian Lozano Mg.

CC: 060360931-4

Lector 3

Nombre: PhD. Vicente Córdova

CC: 18016349-2

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de cumplir una de mi más preciada meta a mis padres y mi hermano por estar apoyándome en cada momento y ser el pilar fundamental en mi vida que me han guiado a través de sus consejos en este arduo camino.

A Alex por haberme acompañado en este largo andar de vida Universitaria y ser la persona que me apoyado y me ayudado a levantarme en cada tropiezo brindándome un amor sincero.

A mis maestros por impartirme valiosos conocimientos que me serán muy útiles para desenvolverme profesionalmente en un futuro, en especial a mi tutor que ha sido un gran apoyo en esta investigación.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis Padres que me ha brindado su confianza y consejos para hacer de mí una mejor persona y ayudarme a cumplir este anhelado sueño a través de sus grandes esfuerzos realizados, ya que son un pilar fundamental en mi vida que me da la fuerza de seguir adelante a pesar de los obstáculos que encuentre en el camino.

A mi hermano Alex por sus sabias palabras, compañía, paciencia y apoyo incondicional en todo este tiempo, por ser una de las personas que más admiro en mi vida y es un ejemplo que seguir.

A ti Alex Rubén por ser una persona muy valiosa y especial en mi vida el cual me apoyado en todos estos años con su amor, afecto y dedicación te amo. Dedico este logro a toda mi familia que siempre está conmigo y es lo más valioso que Dios me ha dado.

Y a mis amigos que siempre me brindaron su apoyo y su cariño.

Erazo Nogales Gabriela Katherine

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “Identificación de los contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes fijas en la elaboración de alfarería en la parroquia La Victoria del Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi”.

Autor: Erazo Nogales Gabriela Katerine

RESUMEN

En la Parroquia La Victoria del cantón Pujilí se realizaron mediciones de las emisiones atmosféricas en las fuentes fijas como son las chimeneas de los hornos de alfarería, con el propósito de identificar los contaminantes atmosféricos generados por los mismos, que fueron de utilidad para la realización de alternativas de mitigación para disminuir los contaminantes atmosféricos, así como para posteriores actualizaciones e investigaciones sobre emisiones de gases contaminantes en este lugar. Para la ejecución del proyecto se trabajó con el grupo de alfareros de la Parroquia. El cual ejecuto un trabajo de campo, identificando cada una de las fuentes fijas a través de una georreferenciación que permitirá obtener la ubicación exacta de las chimeneas para la determinación del área de estudio, además se tomó en cuenta el tipo de chimenea y el combustible que se utiliza para la elaboración de la cerámica. Se realizó la medición de los gases como son el oxígeno, monóxido de carbono, monóxido de nitrógeno, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre e hidrocarburos, mediante el uso del equipo Analizador Testo 350. Los datos fueron comparados con la normativa del TULSMA Anexo VI, Tabla 1, para lo cual se determinó que las emisiones de monóxido de carbono (CO) en todas las fuentes fijas monitoreadas sobrepasan los 1800 mg/m^3 estipulado en la normativa, en cambio el óxido de nitrógeno (NO_x) se encuentra dentro de los límites permisibles. El monóxido de carbono es generado por distintas formas entre ellas es el diseño del horno, la humedad de la biomasa y la falta de técnicas para la utilización del combustible, lo cual ha generado gran contaminación por este gas que causa problemas ambientales y efectos nocivos en la salud de las personas. Con los resultados obtenidos y con la ayuda de un análisis bibliográfico, se ha generado una

propuesta de mitigación para disminuir la contaminación del monóxido de carbono (CO), en la cual creo un diseño de horno de alfarería, secador de leña solar y se planteó técnicas de utilización de combustibles para la disminución de contaminantes.

Palabras clave: Calidad del aire, Contaminación atmosférica, Fuentes fijas de combustión, hornos de alfarería, Datos de emisión de gases, equipo analizador Testo, Gases contaminantes.

ABSTRACT

In the Parish 'La Victoria', Pujilí canton, there were made measurements of the atmospheric emissions at fixed sources, as the chimneys of pottery ovens. The aim of the study was to identify the atmospheric pollutants generated by those ovens and propose the realization of mitigation alternatives to reduce those emissions. In this study, a geo-referencing procedure allows to find each fixed source and get the exact location of the chimneys as well. In addition, the type of chimney and the fuel that is used to make the ceramic were taken into account. Measurements of gases such as oxygen, carbon monoxide, nitrogen monoxide, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and hydrocarbons were carried out using 'Testo 350' analyzer equipment. The data were compared with the regulations of the TULSMA Annex VI, table 1. It was determined that carbon monoxide (CO) emissions in all fixed sources monitored exceed 1800 mg/m³ stipulated in the regulation whilst nitrogen oxide (NO_x) is within the permissible limits. The carbon monoxide is generated by different forms such as the design of the ovens, the humidity of the biomass and the lack of technologies for the use of the fuel, which has generated great pollution by this gas that cause environmental problems and harmful effects in the people's health. With the obtained results and with the help of a bibliographical analysis, a mitigation procedure has been generated to reduce carbon monoxide pollution (CO), in which a pottery oven design, a solar wood dryer, and techniques for the use of fuels were proposed.

Key words: Quality of the air, Air pollution, Fountains fixed of combustion, ovens of pottery, gas emission, TESTO, pollutant Gases.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	2
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS:.....	4
5.1. Objetivo General.....	4
5.2. Objetivos Específicos	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
7.1. Contaminación del Aire	6
7.2. Fuentes de Contaminación Antropogénica	6
7.2.1. Fuentes móviles.....	6
7.2.2. Fuentes fijas.....	7
7.3. Emisión	7
7.4. Inmisión	7
7.5. Chimeneas.....	8
7.5.1. Principales características de las chimeneas.....	8

7.6.	La Combustión de Leña.....	9
7.6.1.	La física-química del combustible	9
7.7.	Características De Los Gases Primarios En Fuentes Fijas.....	11
7.7.1.	Monóxido de carbono (CO)	11
7.7.2.	Dióxido de carbono	11
7.7.3.	Óxidos de nitrógeno (NOx).....	12
7.7.4.	Óxidos de azufre.....	14
7.8.	Efectos De Los Gases Primarios A La Salud.....	14
7.9.	Normativa Ministerio Del Ambiente Del Ecuador	16
7.9.1.	Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.....	16
8.	HIPÓTESIS:	17
8.1.	Alternativa	17
8.2.	Nula.....	17
9.	METODOLOGÍAS (MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS).....	17
9.1.	Área De Estudio.....	17
9.2.	Número de Hornos en la Asociación de Alfareros de La Victoria	19
9.3.	Monitoreo de Gases.....	19
9.3.1.	Monitoreo	19
9.3.2.	Número de puertos de muestreo para chimeneas.....	19
9.3.3.	Ubicación de puertos de muestreo	20
9.3.4.	Número de puntos de medición.	20
9.4.	Equipos.....	21
9.5.	Instrumentos	21
9.6.	Materiales.....	21
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	22
10.1.	Área de Estudio de las Fuentes Fijas Monitoreadas.	22
10.2.	Resultado y Análisis de los Contaminantes Identificados.....	23

10.2.1. Monóxido de carbono	23
10.2.2. Óxido de nitrógeno (NO _x).....	24
11. PROPUESTA	25
11.1. Justificación	25
11.2. Objetivos.....	25
11.2.1. Objetivo general	25
11.2.2. Objetivos específicos.....	25
11.3. Estrategia 1 Diseño de un Horno de Cerámica	26
11.3.1. Descripción y operación.....	26
11.3.2. Desempeño	28
11.3.3. Costo	28
11.3.4. Ventajas.....	28
11.3.5. Desventajas.....	28
11.4. Estrategia 2 Secador Solar De Leña.	29
11.4.1. Descripción.....	29
11.4.2. Objetivo.....	29
11.4.3. Principio	30
11.4.4. Capacidad.....	30
11.4.5. Ventajas.....	30
11.4.6. Desventajas.....	30
11.5. Estrategia 3 Uso Del Combustible.....	31
11.5.1. Biomasa (Eucalyptus).	31
11.5.2. Forma y tamaño.....	31
11.5.3. Aspecto.....	31
12. IMPACTOS.....	32
12.1. Ambiental.....	32
12.2. Social.....	32

12.3. Económico.....	32
13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	33
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
14.1. Conclusiones	34
14.2. Recomendaciones.....	35
15. BIBLIOGRAFÍA.....	36
16. ANEXOS.....	40
Anexo 1. Aval de traducción.....	40
40	
Anexo 2. Hoja de vida.....	41
41	
Anexo 3. Normativa TULSMA.....	42
Anexo 4. Fichas de los datos generales de los hornos	43
Anexo 5. Promedios de los monitoreos realizados.....	48
Anexo 5. Partes del horno de tiro invertido.....	53
Anexo 6. Fotografías.....	54

Índice de tablas

Tabla 1. Datos poblacionales de los beneficiarios directos	2
Tabla 2. Datos poblacionales de los beneficiarios indirectos	3
Tabla 3. Índices de NO _x generados a altas temperaturas.....	13
Tabla 4. Niveles de CO en el aire ambiental y % de COHb en la sangre.	15
Tabla 5. Distribución de puntos de medición en chimeneas rectangulares.	21
Tabla 6. Límites máximos permisible de concentraciones de emisión al aire para fuentes fijas de combustión, incluidas fuentes de combustión abierta (mg/m ³).	42

Tabla 7. Ficha del horno 1	43
Tabla 8. Ficha del horno 2	44
Tabla 9. Ficha del horno 3	45
Tabla 10. Fichas del horno 4	46
Tabla 11. Ficha del horno 5	47
Tabla 12. Datos del horno 1 de la Sra. Ester Almendaris.....	48
Tabla 13. Datos del horno 2 del Sr. Alonso Diaz	49
Tabla 14. Datos del horno 3 de la Sra. Oliva Reinoso.....	50
Tabla 15. Datos del horno 4 del Sr. Pedro Buenaventura.....	51
Tabla 16. Datos del horno 5 del Sr. José Molina.....	52

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Reacciones del monóxido y dióxido de nitrógeno.....	12
Ecuación 2. Diámetro equivalente de un conducto o chimenea de sección rectangular	19

Índice de Gráficos

Grafico 1. Ubicación y números de los puntos de medición	20
Grafico 2. Horno de tiro invertido	27
Grafico 3. Diseño del secador solar de madera.	29

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Mapa de Ubicación de la zona de estudio de la Parroquia la Victoria.	18
Ilustración 2. Mapa de georreferenciación de las fuentes fijas monitoreadas	22
Ilustración 3. Emisión de Monóxido de carbono (CO) y comparación con la normativa.	23
Ilustración 4. Emisión de Óxido de Nitrógeno (NOx) y comparación con la normativa.	24

Índice de Fotografías

Fotografía 1. Diseño del horno de alfarería.....	54
Fotografía 2. Chimenea del horno	54
Fotografía 3. Entrada de biomasa al horno.....	54
Fotografía 4. Carga de horno con la ceramica.....	54
Fotografía 5. Monitoreo del horno 1	55
Fotografía 6. Monitoreo del horno 5	55

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Identificación de los contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes fijas en la elaboración de alfarería en la parroquia La Victoria del Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi”

Fecha de inicio: octubre 2016

Fecha de finalización: agosto 2017

Lugar de ejecución: Parroquia La Victoria, Cantón Pujilí, Provincia Cotopaxi, Zona 3

Facultad que auspicia

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería en Medio Ambiente

Proyecto de investigación vinculado:

Contaminación atmosférica.

Equipo de Trabajo:

Coordinador: Gabriela Katerine Erazo Nogales

Tutor: Ing. Oscar Rene Daza Guerra

Lector 1: MSc. Patricio Clavijo

Lector 2: Ing. Cristian Lozano

Lector 3: PhD. Vicente Córdova

Área de Conocimiento:

Servicio.

Línea de investigación:

Análisis, Conservación y aprovechamiento de la Biodiversidad local

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Impactos Ambientales.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la Parroquia la Victoria del cantón Pujilí no existe un estudio relacionado con la elaboración de alfarería y su incidencia en la contaminación del aire por lo cual no se ha puesto en práctica ningún tipo de programa que al menos controle en parte este problema, de ahí la importancia del presente trabajo que tiene la finalidad de beneficiar a 3274 habitantes de esta Parroquia.

La Victoria es una Parroquia del Cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, donde el 90% de sus pobladores (INEC 2010) se dedica al arte de fabricar objetos de cerámica. Que en su elaboración se generan contaminantes atmosféricos, con niveles que sobrepasen los estándares permisibles puede ocasionar muchos problemas en el ambiente y la salud.

Se identificaron los contaminantes atmosféricos emitidos en la alfarería por fuentes fijas con la utilización del equipo analizador de gases de combustión, marca Testo, modelo 350 del Laboratorio de Calidad de Aire de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Así también se determinaron los rangos de emisiones de los mismos como base para tomar decisiones técnicas y generar una propuesta para realizar estrategias de mitigación para una futura solución.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios directos:

- Asociación de alfareros de la parroquia La Victoria

Tabla 1. Datos poblacionales de los beneficiarios directos

Índice / Indicador	Número de alfareros
Hombres	83
Mujeres	175
Total	258

Fuente: PDOT. La Victoria 2011

Elaborado: Gabriela Erazo.

Beneficiarios indirectos:

- Habitantes de la Parroquia la Victoria

Tabla 2. Datos poblacionales de los beneficiarios indirectos

Índice / Indicador	Número de habitantes
Hombres	1438
Mujeres	1578
Total	3016

Fuente: Censo Nacional 2010

Elaborado: Gabriela Erazo.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En los últimos años con mayor fuerza y auge se ha hablado acerca de la contaminación del ambiente, se están observando los efectos como son el calentamiento global, la alteración del clima, sequías en algunas partes del mundo, el desgaste constante y paulatino de la capa de ozono. La contaminación que se produce por industrias, empresas, hornos entre otros los cuales emiten el CO₂ a la atmosfera y causan consecuencias que afectan a todas las especies ya sean estos animales, vegetales y hasta la misma Humanidad.

Por otro lado el Inventario nacional de emisiones de México (INEM, 2004) se integró el listado de fuentes fijas cuyo alcance es la determinación de contaminantes: PM, NO_x, CO, SO₂, COV's y NH₃ utilizando técnicas de medición directa, de los factores de emisión y análisis estequiométricos.

En Ecuador la contaminación se produce a diario ya sea a través de las emisiones de fábricas, hornos artesanales entre otras, con el incremento de la contaminación al aire, es necesario realizar un estudio de la cantidad de gases dañinos para el ser humano y el ambiente que son emitidos diariamente.

El distrito metropolitano de Quito (2003), elaboró un inventario de emisiones atmosféricas tanto para fuentes móviles como fijas. Este inventario detalla dentro de una malla geográfica un sin

número de valores de los contaminantes que son emanados tanto por automotores, industrias, negocios manufactureros, termoeléctricas y rellenos sanitarios existentes en la ciudad. En el inventario realizado se determina la cantidad de NO_x, CO, SO₂, y se distribuyen en los polígonos de implantación identificados por CORPAIRE, mediante una encuesta de campo.

La contaminación ambiental en la parroquia la Victoria es un problema de muchos años atrás debido a que los alfareros del lugar para la elaboración y confección de la cerámica realizan la quema exclusiva de biomasa con grandes cantidades de humedad en los hornos. Las cuales produce cantidades de humo que va rumbo a la atmósfera los cuales provoca un daño al ambiente, afectando también a la salud de las personas que habitan en el lugar (Bautista, 2010).

Según investigaciones realizadas se ha determinado ciertas deformaciones en los niños, bajo cociente intelectual, y otras situaciones negativas por lo que es necesario determinar los contaminantes atmosféricos, que se emiten en la elaboración de la cerámica los mismos que causan daños al ambiente y ser humano (Ochoa Geanella,2013).

5. OBJETIVOS:

5.1.Objetivo General

- Identificar los contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes fijas en la elaboración de alfarería en la Parroquia La Victoria

5.2.Objetivos Específicos

- Determinar el área de estudio y los tipos de fuentes fijas contaminantes.
- Realizar el monitoreo de los contaminantes en el proceso de cocción de la cerámica.
- Diseñar una propuesta alternativa de mitigación para disminuir la contaminación en la alfarería.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Determinar el área de estudio y los tipos de fuentes fijas contaminantes.	-Georreferenciación. -Caracterización de las fuentes fijas.	-Ubicación de las fuentes de energía. -Obtención de los tipos de chimeneas o conductos	-Actividades de Campo (utilización de GPS) -Fichas de monitoreos y georreferenciación. -Cámara fotográfica
Realizar el monitoreo de los contaminantes en el proceso de cocción de la cerámica.	-Monitoreo de los gases en la zona de estudio. -Identificación de los contaminantes atmosféricos emitidos. -Comparación de los resultados obtenidos con los límites permisibles.	-Volúmenes o proporciones de concentración de gases. -Tipo de contaminantes. -Parámetros que sobrepasan los niveles admisibles	-Actividades de Campo. -Monitoreo de gases con la utilización del equipo Analizador TESTO 350. -Fichas de monitoreo. -Tablas de la normativa legal vigente (TULSMA)
Diseñar una propuesta alternativa de mitigación para disminuir la contaminación en la alfarería.	- Diseño de la propuesta para un modelo de horno de alfarería, secador de leña solar y técnicas de utilización de combustibles	-Modelo de la propuesta de mitigación para los contaminantes atmosféricos.	-Crear un diseño de horno de alfarería, secador de leña solar y técnicas de utilización de combustibles para la disminución de contaminantes con la ayuda de un análisis bibliográfico.

Elaborado: Gabriela Erazo.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Contaminación del Aire

La contaminación atmosférica se define como la presencia en la atmósfera de elementos contaminantes que alteran su composición y que afectan a cualquier componente del ecosistema (Oyarzún, 2010).

Desde un punto de vista antropocéntrico la contaminación atmosférica se refiere a los contaminantes que afectan la salud o el bien estar humano. Según su origen, puede ser clasificada por causas naturales o antropogénicas. Las naturales siempre han existido, mientras que las antropogénicas, como su nombre lo indica, son causadas por las actividades humanas (Romero & Álvarez, 2006).

7.2. Fuentes de Contaminación Antropogénica

Comúnmente estas se han clasificado genéricamente las fuentes de emisión de agentes contaminantes en la troposfera considerando su localización fija o móvil.

7.2.1. Fuentes móviles.

La principal fuente móvil de contaminación del aire es el automóvil, pues produce grandes cantidades de monóxido de carbono y menores cantidades de óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles (COVs). Las emisiones de los automóviles también contienen plomo y cantidades traza de algunos contaminantes peligrosos. Los requisitos para el control de emisiones de automóviles han reducido considerablemente la cantidad de contaminantes del aire (Martínez, 2005).

7.2.2. Fuentes fijas.

A diferencia de las anteriores, se localizan en un punto determinado. A su vez estas se pueden subdividir en focos de combustión estacionaria, distinguiéndose los industriales, domésticos y vertederos, y otro tipo de focos (Orozco, 2003).

7.3. Emisión

La descarga de sustancias en la atmósfera. Para propósitos de esta norma, la emisión se refiere a la descarga de sustancias provenientes de actividades humanas (TULSMA, 2010).

7.4. Inmisión

Es la concentración de contaminantes presente en el seno de una atmósfera determinada, y son estos valores a los que están expuestos los seres vivos y los materiales cuya actividad se desarrolla en esa atmósfera concreta. Determinar los lugares adecuados para hacer estimaciones correctas de los valores de inmisión exige un estudio en profundidad de muchas de las condiciones de la atmósfera cuya calidad queremos medir (Orozco, 2003).

Dentro de las emisiones por fuentes fijas se pueden mencionar dos tipos: generadas por combustión (chimeneas) y las inherentes que responden al tipo de actividad industrial y de servicios.

Para el caso de las chimeneas la calidad de combustible es un factor que influye directamente en las emisiones, además están incluidos la eficiencia de los quemadores, su mantenimiento y la existencia de equipos de tratamiento (filtros, lavadores, precipitadores, etc.) Entre los principales contaminantes asociados a la combustión tenemos: SO₂, NO, CO e hidrocarburos (Bolívar, 2004).

Además (Bolívar, 2004) identifica otros contaminantes: Partículas dispersas en el aire menores a 500 μm , son producto de la abrasión, condensación y combustión incompleta. Partículas

menores a $10\mu\text{ m}$ (PM10), que afectan a las vías respiratorias. Gases y vapores en los cuales están los compuestos volátiles orgánicos e inorgánicos (COVs y CIVs).

7.5. Chimeneas

Es el conjunto de la salida de los gases y humos de la combustión para la atmósfera. Además, tiene como función producir una adecuada combustión (López, G., 2014). Por otro lado, se conoce bajo el nombre de chimenea a la obra de albañilería realizada en una abertura de ciertas dimensiones y de conformación generalmente rectangular destinada a recibir el fuego que se produzca mediante la combustión de maderas leños o cualquier otro material evacuando sus humos (Ferrera, R. 2005).

7.5.1. Principales características de las chimeneas

Las chimeneas pueden ser de dos tipos:

Cortas que no son mayores a 120 pies y se instalan para dispersar los gases de escape por arriba del nivel del suelo, y las chimeneas altas las cuales pueden llegar a medir 1.000 pies de alto.

Las chimeneas cortas pueden ser fabricadas de acero, ladrillo o plástico (reforzado con fibra de vidrio). La selección del tipo de material depende de las propiedades físicas y químicas de la corriente de gas, tales como corrosividad y acidez, así como la diferencial de temperatura entre la corriente del gas y el aire ambiente. Forros de acero inoxidable son generalmente utilizados para proteger la chimenea contra daños por la corriente de gas. Otra forma de cubrir estas es utilizando zinc galvanizado, aluminio u otro material resistente a la corrosión (Vatavuk, 1999).

La estructura básica para una chimenea típica debe incluir una puerta de acceso, una plataforma de muestreo, escaleras, sistemas pararrayos y luces de advertencia. La puerta de acceso permite la remoción de cualquier material que se encuentre acumulado en el fondo de la chimenea o permita su reparación y mantenimiento (Vatavuk, 1999).

7.6. La Combustión de Leña

La combustión es una reacción físico-química donde se desprende gran cantidad de calor y luz por medio de oxidación exotérmica, en esta reacción existe un elemento que arde (combustible) y otro que produce la combustión (comburente, materiales orgánicos que contienen carbono e hidrógeno) el segundo generalmente se encuentra en forma de O_2 gaseoso. El proceso no es del todo eficiente (combustión incompleta), al generar residuos inquemados o "humus" algunos de los cuales son el dióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O), dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_x) que depende de la temperatura de reacción hidrogeno gaseoso (H_2), hidrocarburo (C_nH_m), ácido sulfúrico (H_2S) y carbón (C) (Mejía, 2011).

Para iniciar la combustión es necesario alcanzar una temperatura mínima, llamada temperatura de ignición, en $^{\circ}C$ y a 1 atm (RAE 2014).

Mientras más lento sea el proceso de combustión, a temperaturas elevadas (alrededor de $400^{\circ}C$), se genera lo que se conoce como doble combustión, o combustión completa, que representa mayor aprovechamiento del poder calórico del combustible y menor consumo del mismo, con menores residuos (Cerdá, 2012).

7.6.1. La física-química del combustible

La capacidad que tienen los cuerpos de ganar y perder calor, debido a la combustión, genera procesos termodinámicos como la conducción, la convección y la radiación térmica.

- La conducción térmica se da cuando hay transferencia de energía térmica entre dos cuerpos, por medio del contacto directo de sus partículas (no hay flujo de materia).
- La convección térmica se produce por transferencia de calor, por medio de agentes fluidos como el aire y el agua, que transportan el calor entre zonas con diferentes temperaturas.
- La radiación térmica es la radiación calorífica emitida por un cuerpo debido a su temperatura.

En los tres casos lo que busca el sistema es el equilibrio térmico, entre los diferentes cuerpos (Van Wylen, Sonntag & Obregón, 1967).

Las propiedades de combustión en biomasa están relacionadas con propiedades físicas de la madera como la densidad, la porosidad y la superficie interna. Los valores de las propiedades térmicas tales como calor específico, conductividad térmica y emisividad varían con el contenido de humedad y la temperatura. La leña se caracteriza por su estructura química, donde los componentes principales son la hemicelulosa, resina, lignina, celulosa y agua. En el proceso de combustión la lignina se transforma principalmente en carbono fijo, los otros compuestos se liberan como elementos volátiles. La composición química de la madera seca es: se constituye de un 50 % de carbono (C), un 42 % de oxígeno (O), un 6 % de hidrógeno (H) y el 2 % restante de nitrógeno (N) y otros elementos (Cerdá, 2012).

La leña no es un combustible homogéneo y se pueden identificar varias etapas como:

- **Secado de la madera.** Inicialmente la superficie exterior de leña recibe calor por radiación de las llamas, calentando el agua contenida en la madera por sobre su punto de evaporación y secando la madera. El calentamiento de la leña es inversamente proporcional al contenido de agua.
- **Gasificación y oxidación de la materia volátil.** Al calentarse la madera seca por encima del punto de ebullición del agua, se inicia la segunda fase de pirólisis con la liberación de la materia volátil. En esta etapa, la leña comienza a humear con presencia de llamas largas y brillantes, que son características de la combustión de la leña seca. Si la materia volátil no se quema por completo en el interior del fogón, se emitirán gases no quemados que representan pérdida de eficiencia.
- **Quemado del carbón residual.** Al liberarse completamente la materia volátil de la madera, permanece como producto residual el carbón sólido junto a la ceniza no combustible. Este compuesto sólido equivale al carbón de madera y se caracteriza por su combustión superficial con un resplandor rojo y llama muy pequeña que genera una alta temperatura entre 600 y 1000 °C (Red Madera. 2006).

7.7. Características De Los Gases Primarios En Fuentes Fijas

7.7.1. Monóxido de carbono (CO)

Es un gas incoloro, inodoro e insípido, tiene una densidad de 96.5% y es muy poco soluble en agua. Un 10% de CO es producido de forma antropogénica. Sus principales fuentes son:

- La combustión incompleta tanto de automotores, tratamientos de residuos y de procesos industriales. Debido a la ineficacia del combustible al momento de ser mezclada con el oxígeno.
- En la eliminación de Carbono aún no quemado y la disociación del CO₂ a altas temperaturas esto en el tratamiento y distribución de combustibles fósiles en refinerías de petróleo.

Aunque haya suficiente oxígeno para la combustión completa y las condiciones de mezcla sean buenas, cuando se trabaja a altas temperaturas (2.000 ° C) se desprende monóxido de carbono, porque la constante de equilibrio del proceso de descomposición del dióxido de carbono aumenta con la temperatura (Brown, 2000).

7.7.2. Dióxido de carbono

La concentración de CO₂ en la atmósfera está aumentando de forma constante debido al uso de carburantes fósiles como fuente de energía y es teóricamente posible demostrar que este hecho es el causante de producir un incremento de la temperatura de la Tierra - efecto invernadero (Stanley E. Manahan, 2007).

7.7.3. Óxidos de nitrógeno (NOx)

Entre los más comunes presentes en la atmósfera contaminada tenemos el monóxido y dióxido de nitrógeno. De todos los posibles óxidos que se pueden formar únicamente se detectan en la atmósfera N_2O , NO y NO_2 , pues el resto son inestables y se disocian, conduciendo a la formación de alguno de los anteriores. Todos ellos tienen características y comportamientos diferentes (Samet y Utell, 1990).

- Monóxido de di nitrógeno (N_2O), es un gas incoloro, no tóxico y no interviene en procesos fotoquímicos troposféricos.
- Monóxido de nitrógeno (NO), es un gas incoloro, tóxico e interviene en procesos fotoquímicos troposféricos a través de los cuales se produce un equilibrio de interconversión entre NO y NO_2 .
- Dióxido de nitrógeno (NO_2), es un gas de color pardo-rojizo, tóxico y que interviene también en procesos fotoquímicos troposféricos.

El monóxido y dióxido de nitrógeno son el resultado de actividades antropogénicas, siendo los mayores emisores de estos contaminantes el transporte y procesos de combustión incompleta especialmente a altas temperaturas ($3000\text{ }^\circ\text{C}$ o más). En ellos pueden producirse diferentes reacciones debido a la interacción del nitrógeno existente en el aire que se emplea como comburente (Horvath, H. 1998).

Ecuación 1. Reacciones del monóxido y dióxido de nitrógeno



La primera de ellas es una reacción altamente endotérmica que sólo tiene lugar a temperaturas que oscilan entre 1.300 a 2.500°C , como las que se generan en los procesos de combustión, como se muestran en la siguiente tabla. Concentraciones de 100 ppm de NO_2 pueden producir la muerte.

Tabla 3. Índices de NO_x generados a altas temperaturas

Temperatura	[NO] en equilibrio (mg/Nm ³)	Tiempo de formación (s) de 670 mg/Nm ³ de NO
27°C	1.5x10 ⁻¹⁰	-
527°C	1,03	-
1.316°C	737	1.370
1.538°C	1.850	162
1.760°C	3.485	1,10
1.980°C	5.561	1,12

Fuente: Control Techniques for Nitrogen Oxide Emission from Stationary Sources, U.S. Dept. of Health

Se pensaría que es interesante emplear temperaturas bajas de combustión para evitar la formación de óxidos de nitrógeno y utilizar mezclas ricas en combustibles, sin embargo, esta última propuesta conduciría a altos de valores de CO e hidrocarburos por ineficiencia de combustión por lo que las investigaciones se orientan a operar en condiciones de formación de mínimo CO y eliminar o minimizar la formación de los óxidos de nitrógeno recurriendo a controles de la temperatura de combustión.

7.7.4. Óxidos de azufre

Los óxidos de azufre engloban el dióxido y trióxido de azufre SO_2 y SO_3 . El que se emite en mayor cantidad hacia la atmósfera es el SO_2 , el que va acompañado con una pequeña cantidad (1 a 2 %) de SO_3 , sin embargo, este último no se encuentra generalmente en la atmósfera, debido a que reaccionan rápidamente con la humedad, convirtiéndose en ácido sulfúrico. Ambos son gases incoloros, teniendo el dióxido de azufre un olor acre a concentraciones superiores a 3ppm. Se considera al trióxido de azufre en las emisiones parte del dióxido de azufre por lo cual solo se toma valores de este último. El SO_3 llega a convertirse en ácido sulfúrico en presencia de humedad.

Un 50% de las emisiones totales son producidas de manera antropogénica, son el resultado de la combustión de carburantes que contienen azufre como son el diésel, carbón, bunker, etc. Su porcentaje puede variar respecto a las condiciones de temperatura y combustión. Son sustancias causantes de la lluvia acida y la mayor parte de enfermedades respiratorias en seres humanos (Orozco, 2003).

7.8. Efectos De Los Gases Primarios A La Salud

El efecto más importante del CO es el originado sobre aquellos animales que tienen sistemas respiratorios en los que la hemoglobina actúa como agente transportador de oxígeno. El CO tiene una afinidad alrededor de 200 veces mayor que el O_2 por la molécula de hemoglobina, lo que implica que, incluso a concentraciones de CO relativamente bajas, se forma el complejo de carboxihemoglobina (HbCO) en lugar del de oxihemoglobina (HbO_2) en cantidades importantes, lo que se traduce en una deficiente aportación de oxígeno a los tejidos.

Se ha comprobado que la concentración de carboxihemoglobina en la sangre está linealmente relacionada con la concentración de CO a la que se expone el organismo.

Tabla 4. Niveles de CO en el aire ambiental y % de COHb en la sangre.

Concentración de CO en el aire ambiental (mg/Nm ³)	Concentración de equilibrio de COHb en sangre (%)	Efectos
< 4	< 1,0	No hay efectos aparentes
4-12	1,0-2,0	Hay alguna evidencia de efectos sobre la conducta
12-35	2,0-5,0	Efectos en el sistema nervioso central. Agudeza visual, discernimiento de la luminosidad, y efectos psicomotores.
35-37	5,0-10,0	Alteraciones cardiacas y pulmonares.
74-625	10,0-80,0	Dolores de cabeza, fatiga, somnolencia, coma, fallos respiratorios, muerte.

Elaborado: Gabriela Erazo

Debido a su baja toxicidad los NO_x de manera general pueden producir especialmente en ambientes cerrados irritación ocular y respiratoria en cantidades superiores a las 13 ppm, en especies animales por el contrario pueden provocar la muerte en concentraciones superiores a las 100 ppm.

Los principales efectos de los óxidos de azufre son irritaciones a los ojos y del sistema respiratorio, esto a concentraciones muy elevadas mayores a 350 µg SO₂/m³ en una hora o 125 µg SO₂/m³ (Orozco, 2003).

En 1990 estudios del EPA demostraron que existen 18 fuentes de riesgos de cáncer, ya que en Estados Unidos las emisiones de gases a la atmósfera provocan alrededor de 6.000 fallecimientos prematuros por cáncer al año (Miller, 2007).

7.9. Normativa Ministerio Del Ambiente Del Ecuador

Para el desarrollo del proyecto se tomó en cuenta los siguientes anexos:

- Libro VI TULSMA Anexo III (Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas)
- Libro VI TULSMA Anexo IV (Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión)
- Acuerdo ministerial 028 del 13 de febrero del 2007 (última reforma TULSMA)
- Acuerdo ministerial 061 del 4 de mayo de 2015 (reforma del libro VI TULSMA)
- Acuerdo ministerial 091 (Límites máximos permisibles para fuentes fijas de combustión)
- Plan Nacional de la Calidad de Aire 2010

En donde se halla tablas, fichas, metodologías y niveles permitidos en el ámbito de emisión de gases en fuentes fijas.

7.9.1. Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

La presente norma tiene como objetivo principal el preservar o conservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites permisibles de emisiones al aire desde diferentes actividades.

La norma provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las emisiones al aire que se verifiquen desde procesos de combustión en fuentes fijas. Se provee también de herramientas de gestión destinadas a promover el cumplimiento con los valores de calidad de aire ambiente establecidos en la normativa pertinente (Anexo 3).

8. HIPÓTESIS:

8.1. Alternativa

Los rangos de emisiones de las fuentes fijas están dentro de los parámetros legales establecidos en el texto unificado de legislación ambiental.

8.2. Nula

Los rangos de emisiones de las fuentes fijas no están dentro de los parámetros legales establecidos en el texto unificado de legislación ambiental.

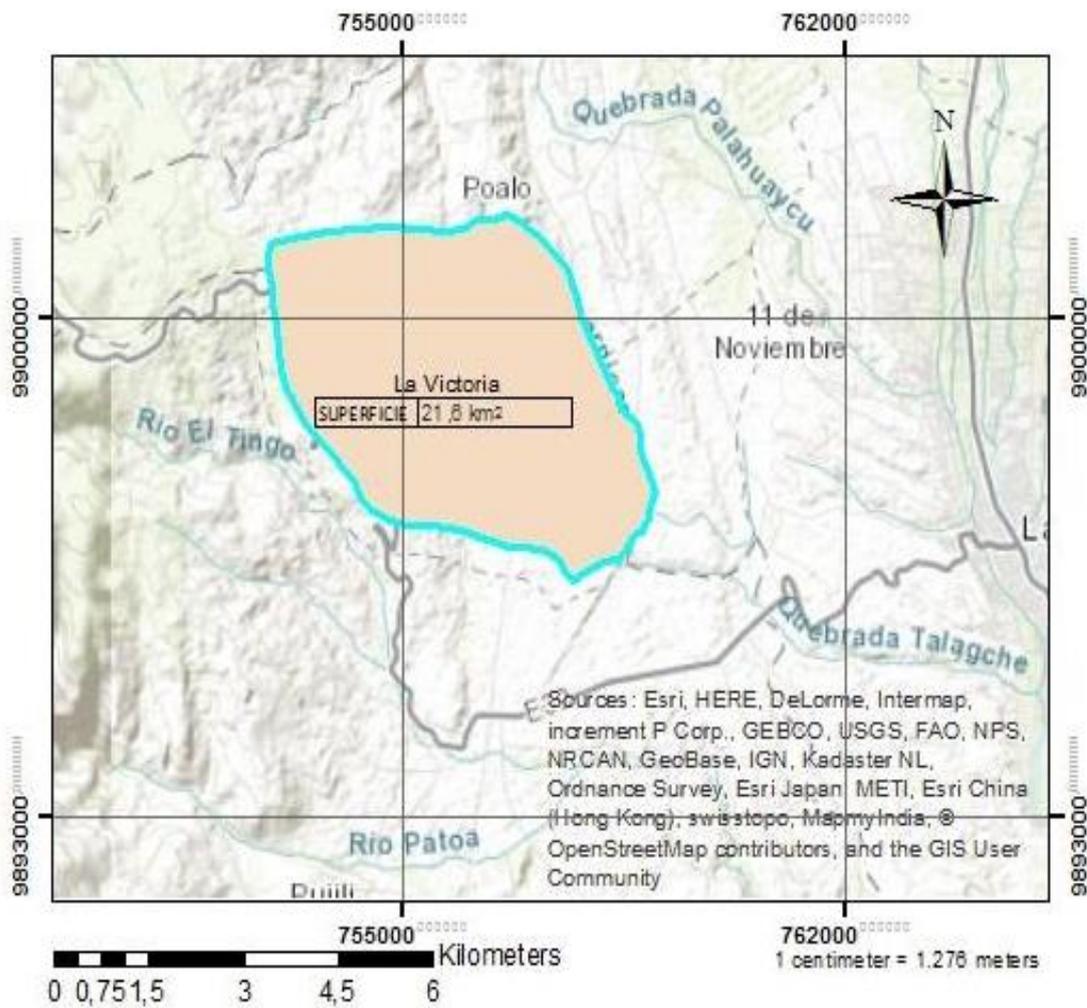
9. METODOLOGÍAS (MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)

9.1. Área De Estudio

Para la determinación del porcentaje de concentración de gases contaminantes se realizó una georreferenciación que permitió obtener las coordenadas de las chimeneas en la parroquia La Victoria perteneciente al Cantón Pujilí.

Ilustración 1. Mapa de Ubicación de la zona de estudio de la Parroquia la Victoria.

ZONA DE ESTUDIO PARROQUIA LA VICTORIA



Elaborado: Gabriela Erazo.

AUTOR	GABRIELA ERAZO
-------	----------------

9.2. Número de Hornos en la Asociación de Alfareros de La Victoria

En base a los registros establecidos en la asociación de alfarería de la Parroquia La Victoria se encuentra 5 hornos en funcionamiento.

9.3. Monitoreo de Gases

9.3.1. Monitoreo

Para la medición de gases en fuentes fijas se aplicó la normativa técnica y administrativa establecida en los anexos Anexo III y IV del Libro VI del TULSMA.

Los procesos se detallan en el siguiente protocolo:

9.3.2. Número de puertos de muestreo para chimeneas

El número de puertos de muestreo requeridos se determinó de acuerdo al siguiente criterio:

- dos (2) puertos para aquellas chimeneas o conductos de diámetro menores 3,0 metros.
- cuatro (4) puertos para chimeneas o conductos de diámetro igual o mayor a 3,0 metros.
- Para conductos de sección rectangular, se utilizará el diámetro equivalente para definir el número y la ubicación de los puertos de muestreo

Ecuación 2. Diámetro equivalente de un conducto o chimenea de sección rectangular

$$De = \frac{2LW}{(L + W)}$$

Donde

L: es la longitud

W: el ancho de la sección interior del conducto o chimenea, en contacto efectivo con la corriente de gases.

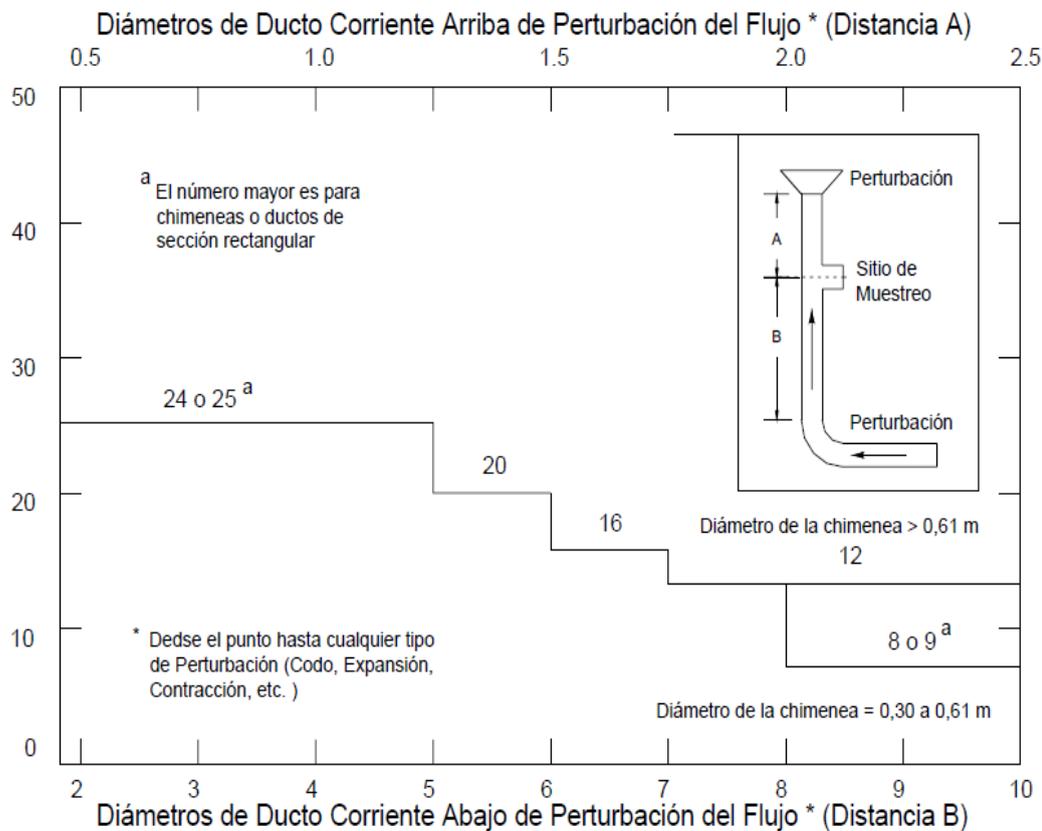
9.3.3. Ubicación de puertos de muestreo

Los puertos de muestreo se colocaron en base al diámetro equivalente del conducto, a una distancia de dos diámetros de chimenea corriente arriba de una perturbación al flujo normal de gases de combustión. Se entiende por perturbación cualquier codo, contracción o expansión que posee la chimenea o conducto.

9.3.4. Número de puntos de medición.

En el monitoreo realizado se utilizaron 12 puntos de medición para chimeneas o conductos con diámetro o diámetro equivalente, respectivamente mayor a 0,61 metros, como se indica en el siguiente gráfico.

Gráfico 1. Ubicación y números de los puntos de medición



Fuente: TULSMA.

9.3.5. Distribución de puntos para chimenea o conducto de sección rectangular

Para una chimenea de sección rectangular, la distribución de puntos de medición se definirá en base a la siguiente matriz (Tabla 4).

Tabla 5. Distribución de puntos de medición en chimeneas rectangulares.

Número de puntos de medición	Distribución de puntos
9	3 x 3
12	4 x 3
16	4 x 4
20	5 x 4
25	5 x 5
30	6 x 5

9.4. Equipos

Analizador de Gases de combustión marca Testo, modelo Testo 350 que sirve para monitorear contaminantes atmosféricos emitidos por fuentes fijas.

9.5. Instrumentos

- GPS
- Cámara fotográfica.

9.6. Materiales

- Libretas de campo.
- Ficha de datos.
- Flexómetro

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1. Área de Estudio de las Fuentes Fijas Monitoreadas.

Ilustración 2. Mapa de georreferenciación de las fuentes fijas monitoreadas.



DESCRIPCION	COORDENADA X	COORDENADA Y
H1	757992	9896741
H2	756442	9898271
H3	756892	9899518
H4	756627	9899473
H5	757243	9897135
PARQUE LA VICTORIA	756291	9898417

AUTOR: GABRIELA ERAZO

Elaborado: Gabriela Erazo.

En el mapa se observan la ubicación de los hornos monitoreados, los cuales se representa con la letra H los mismos que fueron fundamentales para delimitar el área de estudio del presente proyecto de investigación. Las fuentes fijas que se observan en el mapa tienen las mismas características como son el tipo de chimenea y el combustible utilizado.

10.2. Resultado y Análisis de los Contaminantes Identificados.

Realizado el monitoreo de gases se toma en cuenta que los hornos de alfarería entraron en funcionamiento antes del año 2013, por lo cual se utilizó los parámetros establecidos para fuentes fijas estipulado en el Libro VI, Anexo 3, Tabla 1 del TULSMA.

10.2.1. Monóxido de carbono

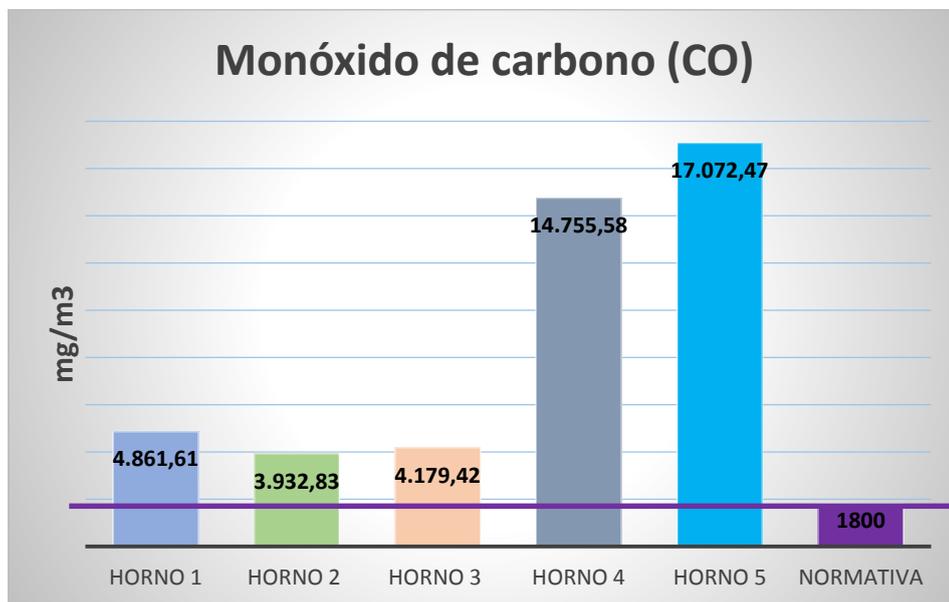


Ilustración 3. Emisión de Monóxido de carbono (CO) y comparación con la normativa.

Según la ilustración se puede observar que de los 5 hornos de alfarería el parámetro Monóxido de Carbono (CO), se encuentra sobrepasando los 1800 mg/m³ estipulado según el Anexo 3, Tabla 1 del Texto Unificado de Legislación Ambiental.

Las causas para que este parámetro sobre pase los límites permisibles son el diseño de los hornos por lo cual, no se obtiene una combustión completa debido a que el tamaño del horno no es el correcto según lo observado en el trabajo de campo las llamas se generan hasta la parte superior de la chimenea del horno, es por ello que se emanan grandes cantidades de humo que contienen Monóxido de carbono (CO).

El monóxido de carbono también se origina de la ineficiencia del combustible debido a que posee entre del 40 - 50% de humedad, su tamaño y su colocación dentro del horno no es el adecuado para generar una combustión completa y con ello disminuir este gas incoloro y altamente tóxico.

10.2.2. Óxido de nitrógeno (NO_x)

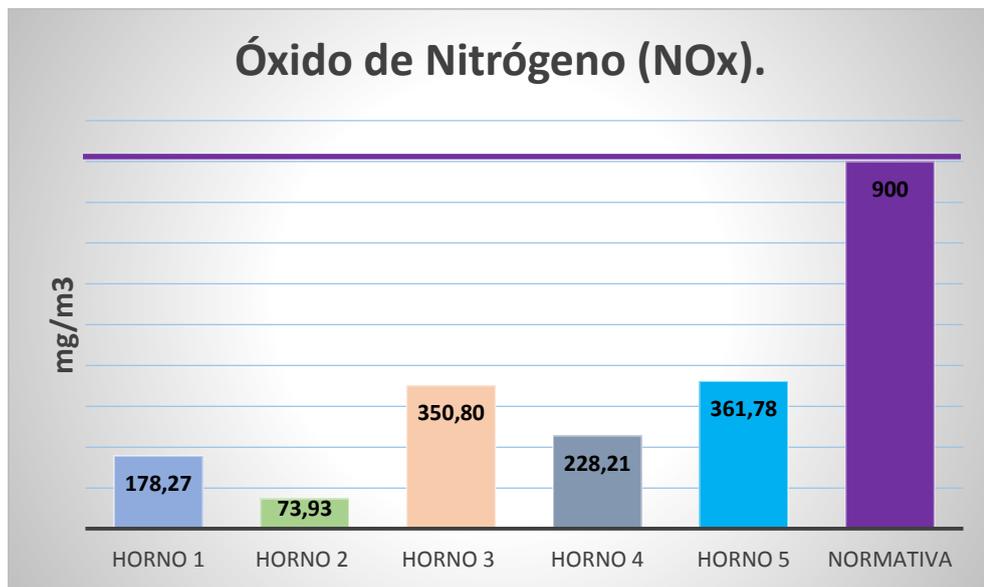


Ilustración 4. Emisión de Óxido de Nitrógeno (NO_x) y comparación con la normativa.

Como se observa en la ilustración el parámetro Oxido de Nitrógeno (NO_x) se encuentran dentro de los límites permisibles, según lo estipulado dentro de la TABLA 1 para fuentes fijas existentes con autorización de entrar en funcionamiento hasta marzo del 2013.

El principal motivo de no generar óxidos de nitrógeno en los hornos es debido al control de temperatura, que no sobrepasan los 3000 °C evitando la formación de este compuesto y cumpliendo con la normativa estipulada.

11. PROPUESTA

11.1. Justificación

La propuesta tiene como objetivo contribuir a la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero que son provocadas por el diseño inadecuado del horno y el mal manejo del combustible el cual está generando cantidades de monóxido de carbono que exceden los límites permisibles del TULSMA.

11.2. Objetivos

11.2.1. Objetivo general

Determinar estrategias de mitigación en los hornos de alfarería de la Parroquia La Victoria para la disminución de los contaminantes atmosféricos.

11.2.2. Objetivos específicos

- Proponer un modelo de horno de alfarería para disminuir los contaminantes atmosféricos.
- Crear un modelo de secador solar de leña.
- Estructurar un buen manejo del combustible para obtener una buena eficiencia.

11.3. Estrategia 1 Diseño de un Horno de Cerámica

11.3.1. Descripción y operación

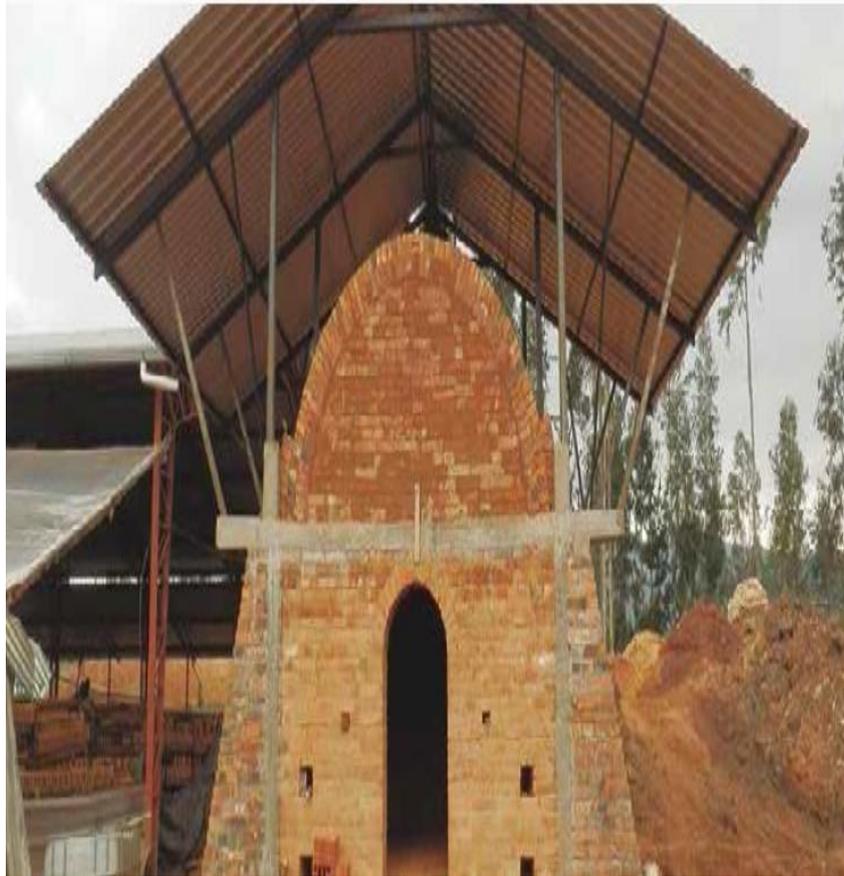
Según el manual de Eficiencia Energética en Ladrilleras 2015:

El horno de tiro invertido opera de forma intermitente, posee una estructura de albañilería sin aislamiento térmico para la cocción de cerámica y tejas. Este tipo de horno de tiro invertido tiene forma rectangular, con una bóveda en la parte superior y varias aberturas a los lados para inyectar aire y combustible, los gases son evacuados a través de una criba o emparrillado en su piso (solera). El principio operativo consiste en el tiro invertido o llama ascendente. La combustión se inicia en las zonas frontales, posteriores y laterales del horno.

Al inicio del proceso de combustión, el calor producido por la combustión va hacia el techo de la bóveda. Luego, el calor baja a través de los objetos de cerámica y finalmente pasa por las pequeñas aberturas en el suelo. Los gases de combustión salen del horno mediante un ducto subterráneo y pasan a la chimenea y salen en forma forzada con un ventilador o por la succión de la chimenea. Usa combustibles sólidos como leña, ramas, piezas de madera y aserrín y combustibles líquidos como el petróleo y derivados del mismo (EEAL, 2015).

El ciclo completo de producción en el horno es de: 04 – 07 horas para cargar los ladrillos, 12 – 20 horas para el proceso de cocción (incluyendo el precalentamiento) y hasta 02 días para el proceso de enfriamiento. Estos periodos dependen del tipo de producto, materia prima y combustible utilizado. La temperatura de operación va de 800°C a 1000°C. La capacidad varía según el tamaño del horno o y el tamaño de las piezas, en general entran entre 5000 a 1200 piezas. Además, el horno de tiro invertido cumple con los límites de emisión de gases (NO_x, SO₂ y CO) (EEAL, 2015).

Grafico 2. Horno de tiro invertido



Fuente EEAL. 2015

- **Dimensiones externas:** longitud 5 - 6 m de ancho 3 m de altura (entre 2,80 – 3,8 m).
- **Dimensiones de la cámara:** capacidad de producción: 800 – 1 100 toneladas por año, dependiendo de la envergadura del procesamiento cerámico.
- **Capacidad mensual:** 35 toneladas de cerámicos compactos por quema (piezas de 3,5 kg cada uno). Posee la capacidad de realizar hasta 5 ciclos de quema por mes.
- **Productos:** cerámicas, tejas, ladrillos y baldosas.
- **Consumo específico de leña:** 0,15 a 0,2 kg leña/kg cerámico.
- **Consumo específico de energía térmica:** Promedio: 3,10 MJ/kg de cerámicas, ladrillos o tejas cocidas.
- **Tiempo de quema:** 12 a 20 horas
- **Piezas de primera calidad** 85%

11.3.2. Desempeño

El horno de tiro invertido tiene un mejor rendimiento energético que los hornos de tiro abierto. Este se logra mediante la permanencia de los gases calientes en la cámara el mayor tiempo posible y cocer las piezas de cerámica de manera uniforme.

11.3.3. Costo

El tiempo estimado para la construcción de un horno es aproximadamente 30 días, con el apoyo de un maestro de obra calificado y 2 obreros.

El costo de construcción varía entre USD 6 000 a 15 000 dependiendo del material que pone a disposición el dueño del horno y de la mano de obra que también puede ser suministrada parcialmente por el dueño (EELA, 2015).

11.3.4. Ventajas

- Moderado consumo de energía térmica y de emisión de gas de efecto invernadero.
- Posibilidad de quema de varios tipos de leña (pedazos, ramas finas, tarugos, briquetas, astillas y aserrín); y posibilidad de uso de combustible líquido.
- Bajo costo operativo.
- Condiciones razonables de salubridad en el ambiente de la producción (principalmente durante la quema).
- Buena productividad y velocidad de producción para pequeños productores.
- Quema homogénea y bajo nivel de pérdidas por quiebre y rajaduras.

11.3.5. Desventajas

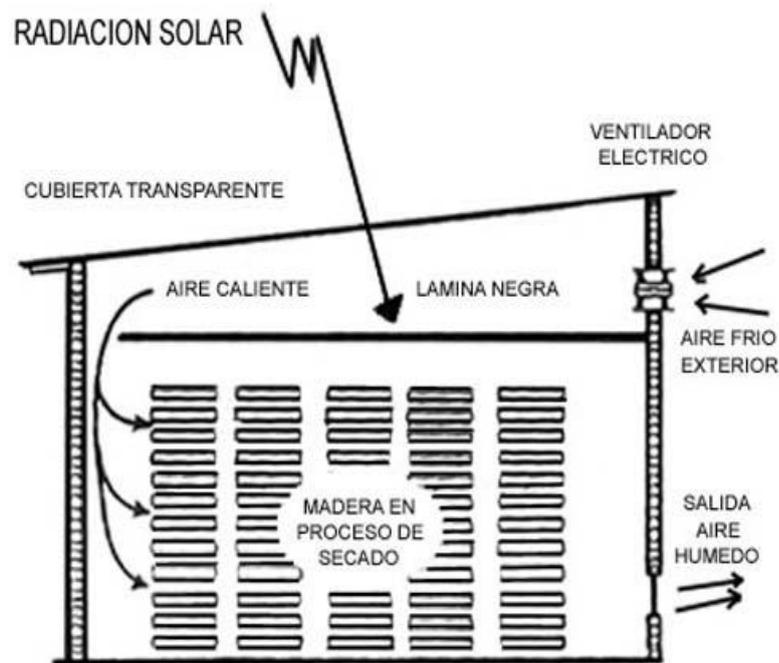
- Pérdida del 2% de las piezas por quiebre y rajaduras.
- Cambio de tecnologías tradicionales para la cocción de la cerámica.

11.4. Estrategia 2 Secador Solar De Leña.

11.4.1. Descripción

Según el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) el funcionamiento del secado solar está basado en la captación de energía mediante láminas de plástico o vidrio, donde los rayos solares inciden, convirtiendo la energía solar en energía térmica a través de un colector, que eleva la temperatura del aire para hacerlo circular a través de un ventilador eléctrico, que transporta el aire caliente hasta la madera. La inclinación del techo de vidrio debe tener un ángulo de acuerdo a la latitud del lugar donde se encuentra.

Grafico 3. Diseño del secador solar de madera.



Fuente:(ICAITI, 1988)

11.4.2. Objetivo

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el secador solar de madera tiene como objetivo general madera con niveles de 8 - 12% de humedad

con un mínimo requerimiento de energía eléctrica y un máximo aprovechamiento de la energía solar tanto directa como difusa.

11.4.3. Principio

Un techo transparente de plástico o vidrio permite el paso de los rayos solares a una superficie negra, la cual calienta aire movido por ventiladores axiales. El aire caliente circula a través de la madera y la seca (ICAITI, 1988).

11.4.4. Capacidad

Una unidad de secador de 10 m² seca 2000 pies tablares en 10 días con un consumo de 10. KWh de energía eléctrica y un aprovechamiento de 250 KWh de energía solar (ICAITI, 1988).

11.4.5. Ventajas

Permite producir madera seca que cuesta 5 a 10 veces menos que un horno secador convencional. El costo real del proceso de secado es 5 veces menor que el generado en un secador. Se evita la combustión de petróleo o de subproductos de la madera (ICAITI, 1988).

11.4.6. Desventajas

Requiere la disponibilidad de energía eléctrica durante el día, requiere capacidad de inversión, en climas muy lluviosos y con baja radiación solar toma más tiempo o debe ser adicionado con quemadores convencionales (ICAITI, 1988).

11.5. Estrategia 3 Uso Del Combustible.

11.5.1. Biomasa (Eucalyptus).

Se utiliza en término medio entre seca y verde, son traídas desde lugares cercanos a los hornos de alfarería ya que las mismas están cercanas a bosques de eucalipto, pero al mismo tiempo dichos bosques disminuyen ya que su uso y tala supera largamente la capacidad de recuperación y los escasos esfuerzos de forestación (García, G. & Pañi Lorgia 2013).

11.5.2. Forma y tamaño

Según García & Pañi recomiendan que:

- La forma de la leña debe ser cilindro-cónica, el diámetro de la leña y su densidad deben ser de un tamaño pequeño para que la leña arda muy deprisa.
- El tamaño debe ser de 30 a 35 cm de longitud, para obtener una mayor eficiencia energética.
- La humedad debe ser del 10%.

11.5.3. Aspecto

Esta característica se viene fijada por su forma y su color. El color de la leña es:

- En su parte lateral el color de la corteza adquiere la coloración de los musgos, líquenes y/o de los áridos que han podido añadirse a la misma en el transporte. Cuando la leña procede de árboles urbanos o cercanos a carreteras tiene un color negruzco debido a las partículas contaminantes expulsadas por los vehículos y que se han adherido a la corteza.
- En su base baja o en su parte superior el color de la madera.

12. IMPACTOS

12.1. Ambiental

Con la determinación de la cantidad de emisiones de gases que se emanan en los hornos de alfarería, la población de la parroquia La Victoria tendrán conocimiento de los niveles de concentración de gases que emiten diariamente las fuentes fijas que se encuentran en la zona.

Los hornos monitoreados podrán tomar acciones correctivas en las fuentes generadoras de contaminantes para reducir la cantidad de emisiones, y así mantener estos por debajo de los niveles permisibles, conservando la calidad de aire en el área y previniendo elevadas tasas de contaminación atmosférica.

12.2. Social

La contaminación de aire genera problemas de salud en las personas como son los problemas respiratorios, asma, el cáncer pulmonar, manchas en la piel, afectaciones a las mucosas de la nariz entre otras, el deterioro continuo del aire es un problema que afectara de manera específica a los sectores más cercanos de la parroquia de La Victoria. Su relevancia social radica en el aporte de datos los cuales al ser analizados servirán como una base de datos para establecer un seguimiento paulatino y toma de decisiones para cuidar la calidad del aire y de vida de la población.

12.3. Económico

El beneficio económico se da de manera directa para los dueños de los hornos de alfarería en las que se realizaron los monitoreos debido a que se puede generar ahorros, en lo relacionado a sanciones ambientales por la contaminación que se generan en los mismos.

13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
Equipos				
TESTO 350 (alquiler por punto)	30 horas	1	25,00	750,00
Cámara Fotográfica (alquiler)	30 horas	1	100,00	100,00
Laptop (alquiler)	30 horas	1	0,50	15,00
Materiales				
Flexómetro	1	1	20,00	20,00
Salida de campo				
Transporte y alimentación	10	1	6,00	60,00
Materiales de oficina				
Libretas de campo	2	1	2,00	4,00
Esferos	3	1	0,45	1,35
Impresiones	500	1	0,10	50
Copias	100	1	0,02	2
Equipo de Protección Personal				
Casco	1	1	15,00	15,00
Zapatos (punta de acero)	1	1	133,00	133,00
Overol	1	1	45,50	45,50
Guantes	1	1	27,00	27,00
Gafas	1	1	23,00	23,00
Mascarilla	1	1	55,50	55,50
Sub Total				1.301,35
10%				130,13
TOTAL				1.431,48

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- Los monitoreos se llevaron a cabo en las chimeneas, de los hornos de alfarería, teniendo en común el material de combustión que utilizan y que poseen el mismo tipo de ducto rectangular.
- Se obtuvo como resultado una emanación superior de CO por parte de todos los hornos, superando la normativa del TULSMA Libro VI, anexo 3 tabla 1, que estipula un límite máximo de 1800 mg/m³.
- La emanación del contaminante atmosféricos NO_x en los hornos de alfarería, no sobrepasaron los límites máximos permisibles estipulados en el TULSMA de 900 mg/m³, respectivamente.
- Las altas emisiones de concentraciones de gases es consecuencia del diseño del horno ya que se produce una combustión incompleta y del mal manejo de la biomasa ya que contiene una humedad entre el 40-50% y la humedad ideal es del 10% para obtener una buena eficiencia energética del combustible.

14.2. Recomendaciones

- Se debe utilizar los equipos de protección necesarios para el cuidado del personal a ejecutar el monitoreo.
- Realizar monitoreos continuos de las fuentes fijas por entes reguladores en la parroquia La Victoria, para implementar una normativa local de emisión de concentraciones de contaminantes en las zonas urbanas, rurales y la toma de decisiones para la conservación del recurso aire.
- Adecuación de las chimeneas para cumplir los monitoreos requeridos de los diferentes gases contaminantes en los hornos de alfarería (mínimo dos puntos de muestreo transversales, escaleras y plataformas para facilitar el proceso de monitoreo).

15. BIBLIOGRAFÍA

1. Bautista, Paulina. (2010). “La fabricación de la cerámica incide en la contaminación del aire en la parroquia La Victoria del cantón Pujilí Provincia de Cotopaxi”. Ambato-Ecuador: Recuperado de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/653/1/SE-05.pdf>.
2. Bolívar, F. (Ed.). (2004). Fundamentos y casos exitosos de biotecnología moderna. México. D.F.
3. Brown, L. (2000). Química de la ciencia. (7ma. Ed.). México: Prentice Hall.
4. Carmen Orozco. (2003). Internatonal Thomson Editores Spain Paraninfo. Madrid [España]:
5. Cerdá, E. (2012). La biomasa en España: una fuente de energía renovable con gran futuro. Documento de trabajo DT, 1.
6. Córdoba D, Ramos JI. Monóxido de Carbono. En: Toxicología. Cordoba D. 4° edición. Bogotá: Editorial el Manual Moderno; 2001. pp. 313-315.
7. Eficiencia Energética en Ladrilleras. Manual de hornos eficientes en la industria ladrillera. 2015. Recuperado de: “Programa De Eficiencia Energética En Ladrilleras De América Latina Para Mitigar El Cambio Climático”
8. Environmental Protection Agency. (2007). Method 1: Sample and Velocity Traverses for Stationary Sources. Recuperado de <http://www3.epa.gov/ttnemc01/promgate/m-01.pdf>.
9. Ferrera, R. G. (2005). Estufas chimeneas y barbacoas. (J. D. Varrera, Ed.) Barcelona, España: Ceacs.
10. García, G. Pañi Lorgia (2013). “Optimización de la eficiencia energética de la leña (eucalyptus globulus) como combustible en un modelo de horno de ladrillo artesanal, a través del análisis y modificación de las características del combustible”. (Tesis de Ingeniería Ambiental). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Recuperado de <dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5226/1/UPS-CT002748.pdf>.
11. Gómez J, Valcarce F. Tóxicos detectados en muertes relacionadas con fuegos e intoxicaciones por monóxido de carbono. Rev. Toxicol. 2003; 20:38-42.
12. Heredia, M., Páez, D. (2008). Monitoreo de las Emisiones de Combustión en Fuentes Fijas en Industrias del Cantón Rumiñahui (Tesis inédita de Ingeniería). Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador.

13. Horvath, H. (1998) "Influence of atmospheric aerosols upon the global radiation balance". Atmospheric Particles, Edited by R.M. Harrison and R.E. van Grieken, J. Wiley and sons, England.
14. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI, 1988). Secador solar para madera Ap. Postal # 1552 Guatemala – Guatemala. Recuperado de: <http://www.ideassonline.org/tecnologias/E004.Secador%20solar%20para%20madera.Guatemala.pdf>.
15. Inventario Nacional de Emisiones México. (2004). Integración del Inventario de Emisiones de Fuentes Fijas. Querétaro: Autor.
16. Keller, E., Blodgett, R. (2007). Riesgos Naturales: Procesos de la Tierra como Riesgos, desastres y catástrofes. Madrid: Pearson Educación, S.A.
17. Ladrón de Guevara J, Moya V. Carbono y sus compuestos inorgánicos. En: Toxicología Médica y Laboral. Ed. Panamericana. McGraw-Hill; 1995 pp. 196-204.
18. López Patiño, G. (2014). Chimeneas industriales de ladrillo en el levante y sureste español. Influencias sobre otros territorios. Estudio y análisis de las tipologías constructivas. Valencia: Editorial Universidad Politécnica Valencia.
19. Martínez, J. (2005). Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones (1st ed., p. 508). México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología
20. Masters, G., Ela, W. (2008). Introducción a la ingeniería medioambiental. Madrid: Pearson Educación, S.A.
21. Mejía, B. F. (2011). Implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de Usme. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
22. Miller, G. (2007). Ciencia ambiental: Un enfoque integral. México, D.F.: Thomson
23. Ministerio del Ambiente. Libro VI TULSMA Anexo III. Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas. Ecuador.
24. Ministerio del Ambiente. Libro VI TULSMA Anexo IV. Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión
25. Ministerio del Ambiente. Acuerdo ministerial 028. Última reforma TULSMA. Publicada en El Registro Oficial N° 270, del 13 de febrero del 2015. Ecuador.

26. Ministerio del Ambiente. Acuerdo ministerial 061. Reforma del libro VI TULSMA. Publicada en El Registro Oficial N° 316, del 4 de mayo de 2015. Ecuador.
27. Ministerio del Ambiente. Acuerdo ministerial 091. Límites máximos permisibles para fuentes fijas de combustión. Publicada en El Registro Oficial N° 316, del 4 de mayo de 2007. Ecuador.
28. Ochoa Geanella, 2013. Dinámica Local de los Problemas Ambientales. Caso: Alfarería en la parroquia La Victoria, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi”. Quito- Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5751/T-PUCE-5906.pdf?sequence=1>
29. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2008). Tecnologías y prácticas para pequeños productores agrarios. Recuperado de: <http://teca.fao.org/es/read/3699>
30. Orozco, C., Serrano, A., Delgado, M., Rodríguez, F., & Alfayate, J. (2003). Contaminación ambiental: Una visión desde la química. Madrid: Ediciones Paraninfo, SA.
31. Oyarzún, M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias. doi:10.4067/S0717-73482010000100004
32. Real Academia Española. 23.^a edición. Madrid: Espasa Libros, S. L. U., 2014. Edición en cartón, un volumen, formato: 17,5 x 26 cm.
33. Red Madera. 2006. “Secado de la madera”, Documento técnico n° 3. Ministerio de educación. Programa ChileCalifica. Red manufacturera de la Madera de la región del Maule. Talca, enero 2006.
34. Romero, M., Diego, F., & Álvarez, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. Revista Cubana de Higiene Y Epidemiología, 44(2). Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032006000200008&lng=es&nrm=iso&tlng=en
35. Samet J.M., Utell M.J. “The risk of nitrogen dioxide – what we have learned from epidemiologic and clinical Studies”. (1990). Toxicology and Industrial Health, 6, 247262.
36. Stanley E. Manahan. (2007) Introducción a la química ambiental. Editor Reverte,. ISBN 84-291-7907-0 pag 402
37. Seinfeld, Fi., Conunninación Anno,f¿rica, lid. McGraw-Hill. (1978).

38. Trinks, M. Hornos Industriales. 2da.ed. México: Urmo, 1976.
39. Van Wylen, G. J.; Sonntag, R. E. & Obregón, X. C. (1967). Fundamentos de termodinámica. México: Limusa-Wiley.

16. ANEXOS

Anexo 1. Aval de traducción



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de docente del idioma ingles del centro cultural de idiomas de la universidad técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: la traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma ingles presentado por la Srta. Egresada de la carrera de ingeniería de medio ambiente de la facultad de ciencias agropecuarias y recursos naturales **Eraza Nogales Gabriela Katerine** cuyo título versa, **“Identificación De Los Contaminantes Atmosféricos Emitidos Por Fuentes Fijas En La Elaboración De Alfarería En La Parroquia La Victoria Del Cantón Pujilí, Provincia De Cotopaxi.”**. Lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, julio 2017

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Pacheco', written over a horizontal dotted line.

Lic. Marcelo pacheco

C.C. 050261735-0

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS



Anexo 2. Hoja de vida



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI



DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: DAZA GUERRA
NOMBRES: OSCAR RENE
ESTADO CIVIL: CASADO
CEDULA DE CIUDADANIA: 0400689790
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: MIRA, 15 DE MAYO DE 1962
DIRECCION DOMICILIARIA: SECTOR LA PORTADA
TELEFONO CONVENCIONAL: 062644247
TELEFONO CELULAR: 0995058997
CORREO ELECTRONICO: oscaryrene@yahoo.es
 oscar.daza@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP	CODIGO DE REGISTRO CONESUP
TERCER	INGENIERO FORESTAL	23 -09 -2002	1015-07-667219
CUARTO	MAGISTER EN GESTIÓN DE LA PRODUCCION	01-10-2007	1020-03-399385

Anexo 3. Normativa TULSMA.

Tabla 6. Límites máximos permisibles de concentraciones de emisión al aire para fuentes fijas de combustión, incluidas fuentes de combustión abierta (mg/m³).

Contaminante	Combustible	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento hasta marzo de 2013	Fuente fija nueva: en funcionamiento a partir marzo de 2013
Material particulado	Sólido sin contenido de azufre	200	70
	Fuel oil	200	50
	Diésel	150	50
Óxidos de nitrógeno	Sólido sin contenido de azufre	900	600
	Fuel oil	700	400
	Diésel	500	400
	Gaseoso	140	140
Dióxido de azufre	Fuel oil	1650	1650
	Diésel	1650	1650
Monóxido de carbono	Sólido sin contenido de azufre	1800	1800
	Fuel oil	300	120
	Diésel	250	120
	Gaseoso	100	80

Fuente: TULSMA.

Anexo 4. Fichas de los datos generales de los hornos

Tabla 7. Ficha del horno 1

HORNO 1			
Nombre de la empresa:	Horno de alfarería		
Dirección:	Parroquia La Victoria		
Nombre de la persona encargada	Sra. Ester Armendáris		
Fecha			
Actividad principal	Elaboración de cerámica		
FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA			
Lunes a viernes	Lunes a Sábados	Todos los días	Ciertos días
			X
PRODUCCIÓN			
Continua		Discontinua	
		X	
MATERIA PRIMA			
Tipo de combustible	Madera		
Número de horas que funciona el horno/caldero	2 horas diarias con reposo de 8 a 10 días dependiendo de la producción		
Horario de funcionamiento del horno	Días semanales	1	
	Horas semanales	2	
DATOS DE LA CHIMENEA			
Circular		Altura	
		Diámetro	
Rectangular	X	Ancho	4 m
		Largo	2 m
DATOS DEL HORNO			
Año de Fabricación del horno	1993	Tiempo duración del horno	25 años
Tipo de horno	Manuales.		

Elaborado: Gabriela Erazo

Tabla 8. Ficha del horno 2

HORNO 2			
Nombre de la empresa:	Horno de alfarería		
Dirección:	Parroquia La Victoria		
Nombre de la persona encargada	Sr. Alonso Díaz.		
Fecha			
Actividad principal	Elaboración de tejas.		
FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA			
Lunes a viernes	Lunes a Sábados	Todos los días	Ciertos días
			X
PRODUCCIÓN			
Continúa		Discontinúa	
		X	
MATERIA PRIMA			
Tipo de combustible	Madera		
Número de horas que funciona el horno/caldero	3 horas diarias con reposo de 3 días dependiendo de la producción		
Horario de funcionamiento del horno	Días semanales	2	
	Horas	6	
DATOS DE LA CHIMENEA			
Circular		Altura	
		Diámetro	
Rectangular	X	Ancho	0.75 m
		Largo	0.50 m
DATOS DEL HORNO			
Año de Fabricación del horno	1995	Tiempo de duración del horno	25 años
Tipo de horno	Manuales.		

Elaborado: Gabriela Erazo

Tabla 9. Ficha del horno 3

HORNO 3			
Nombre de la empresa:	Horno de alfarería		
Dirección:	Parroquia La Victoria		
Nombre de la persona encargada	Sra. Oliva Reinoso		
Fecha			
Actividad principal	Elaboración de cerámica		
FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA			
Lunes a viernes	Lunes a Sábados	Todos los días	Ciertos días
			X
PRODUCCIÓN			
Continua	Discontinua		
			X
MATERIA PRIMA			
Tipo de combustible	Madera		
Número de horas que funciona el horno/caldero	2 horas diarias con reposo de 8 a 10 días dependiendo de la producción		
Horario de funcionamiento del horno	Días semanales	2	
	Horas	4	
DATOS DE LA CHIMENEA			
Circular		Altura	
		Diámetro	
Rectangular	X	Ancho	4 m
		Largo	2 m
DATOS DEL HORNO			
Año de Fabricación del horno	2000	Tiempo de duración del horno	25 años
Tipo de horno	Manuales.		

Elaborado: Gabriela Erazo

Tabla 10. Fichas del horno 4

HORNO 4			
Nombre de la empresa:	Horno de alfarería		
Dirección:	Parroquia La Victoria		
Nombre de la persona encargada	Sr. Pedro Buenaventura		
Fecha			
Actividad principal	Elaboración de cerámica		
FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA			
Lunes a viernes	Lunes a Sábados	Todos los días	Ciertos días
			X
PRODUCCIÓN			
Continua	Discontinua		
			X
MATERIA PRIMA			
Tipo de combustible	Madera		
Número de horas que funciona el horno/caldero	2 horas diarias con reposo de 8 a 10 días dependiendo de la producción		
Horario de funcionamiento del horno	Días	1	
	Horas	2 horas semanales	
DATOS DE LA CHIMENEA			
Circular		Altura	
		Diámetro	
Rectangular	X	Ancho	4 m
		Largo	2 m
DATOS DEL CALDERO			
Año de Fabricación del horno	1996	Tiempo de duración del horno	25 años
Tipo de horno	Manuales.		

Elaborado: Gabriela Erazo

Tabla 11. Ficha del horno 5

HORNO 5			
Nombre de la empresa:	Horno de alfarería		
Dirección:	Parroquia La Victoria		
Nombre de la persona encargada	Sr. José Molina		
Fecha			
Actividad principal	Elaboración de cerámica		
FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA			
Lunes a viernes	Lunes a Sábados	Todos los días	Ciertos días
			X
PRODUCCIÓN			
Continua		Discontinua	
		X	
MATERIA PRIMA			
Tipo de combustible	Madera		
Número de horas que funciona el horno/caldero	2 horas diarias con reposo de 8 a 10 días dependiendo de la producción		
Horario de funcionamiento del horno	Días semanales	1	
	Horas	2	
DATOS DE LA CHIMENEA			
Circular		Altura	
		Diámetro	
Rectangular	X	Ancho	0.75 m
		Largo	0.50 m
DATOS DEL CALDERO			
Año de Fabricación del horno	2000	Tiempo de duración del horno	de 25 años
Tipo de horno	Manuales.		

Elaborado: Gabriela Erazo

Anexo 5. Promedios de los monitoreos realizados.

Tabla 12. Datos del horno 1 de la Sra. Ester Almendaris

Muestras	Contaminantes	Unidades	DATOS DE LOS MONITOREOS REALIZADOS EN EL HORNO 1												Promedios
			1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m	
1	O ₂	%	18,03	17,49	17,43	17,42	17,42	17,44	17,44	17,46	17,45	17,47	17,47	17,48	17,74
2	O ₂	%	17,48	17,61	18,31	18,33	18,12	18,35	17,72	17,58	18,15	18,22	18,22	17,9	
3	O ₂	%	17,68	17,54	17,6	17,97	18	17,77	17,92	17,9	17,56	17,56	17,56	17,55	
1	CO	mg/m ³	5805	5273	5177	5156	5126	5066	5036	4992	4921	4895	4861	4857	4.861,61
2	CO	mg/m ³	4818	4844	5551	5235	4984	5087	4528	4596	5078	4830	4540	4715	
3	CO	mg/m ³	4503	4543	4575	4880	4626	4610	4778	4646	4472	4486	4479	4449	
1	CO ₂	%	2,57	2,57	2,58	2,58	2,58	2,57	2,57	2,56	2,57	2,56	2,57	2,57	2,49
2	CO ₂	%	2,54	2,52	2,5	2,46	2,45	2,46	2,48	2,49	2,46	2,05	2,46	2,43	
3	CO ₂	%	2,5	2,5	2,49	2,28	2,46	2,47	2,47	2,48	2,5	2,48	2,49	2,5	
1	NO _x	mg/m ³	159,3	99,5	88,9	258,9	198,3	94,8	138,2	198,2	268,5	180,5	165,2	142,3	178,27
2	NO _x	mg/m ³	91,9	87,6	159,3	178,9	193,5	250,3	268,2	206,3	242,8	305,6	258,3	156	
3	NO _x	mg/m ³	74,5	109,6	99,5	146,3	173,6	209,9	205,3	298,3	278,2	169,3	158,9	103	
1	NO	mg/m ³	487,4	438,6	442,7	448,4	449,3	452	452,9	454,8	446,5	449	449,2	449,9	465,73
2	NO	mg/m ³	451	460,7	535,4	531,9	492,6	516,4	433,6	449	510,9	496,3	458,4	450,2	
3	NO	mg/m ³	429,3	444,5	460,2	494,4	472,3	461	482,9	472,9	460,3	460,8	460,6	460	
1	NO ₂	mg/m ³	339,7	319,5	315	310,3	312,4	313,3	316	322,1	323,7	323,1	322,5	324	338,28
2	NO ₂	mg/m ³	322,1	322,7	354,1	352,1	350,8	362,2	340,6	337,8	366,9	360	361,4	367,3	
3	NO ₂	mg/m ³	350	349,1	341,4	353,1	351,3	349,2	354,9	352,1	336,1	336	333,8	331,3	
1	SO ₂	mg/m ³	298	223	219	218	218	219	220	220	234	236	236	236	257,67
2	SO ₂	mg/m ³	237	246	361	352	308	336	212	228	312	313	282	253	
3	SO ₂	mg/m ³	220	241	245	291	278	242	288	286	242	242	242	242	

Tabla 13. Datos del horno 2 del Sr. Alonso Diaz

Muestras	Parámetros	Unidades	DATOS MAXIMOS DE LOS MONITOREOS REALIZADOS EN EL HORNO 1												Promedios
			1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m	
1	O ₂	%	5	5,62	5,22	5,69	5,84	5,9	6,03	5,79	3,28	1,95	2,49	2,58	3,64
2	O ₂	%	2,82	3,32	3,35	3,15	3,37	3,94	4,02	4,91	5,07	4,22	2,35	2,03	
3	O ₂	%	2,37	3,49	3,33	2,39	2,8	2,74	2,22	2,35	2,64	3,22	3,36	2,04	
1	CO	mg/m ³	2170	1281	2294	2230	8337	3563	2096	2069	2584	4385	4904	4909	3.932,83
2	CO	mg/m ³	4932	4801	4447	4306	4356	4330	4173	3631	3277	3732	3593	4203	
3	CO	mg/m ³	4638	4784	4430	4312	4435	4335	4302	4408	3892	3723	3427	4293	
1	CO ₂	%	16,01	14,88	14,85	14,8	14,34	14,35	14,3	15,94	16,6	16,45	15,68	15,23	15,43
2	CO ₂	%	15,06	14,75	15,18	15,33	15	14,96	14,53	14,54	14,41	16,34	16,32	16,28	
3	CO ₂	%	15,85	15,1	15,59	15,95	15,35	15,39	16,19	16,27	15,77	15,54	16,12	16,4	
1	NO _x	mg/m ³	278,5	284,4	272,5	276	277,8	274,8	274,8	268	210,1	165,6	2,9	1,6	73,93
2	NO _x	mg/m ³	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	NO _x	mg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	NO	mg/m ³	181	185,1	177,3	179,6	180,8	179	179	174,6	136,1	106,4	0	0	47,97
2	NO	mg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	NO	mg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	NO ₂	mg/m ³	1,8	1,6	1,6	1,4	1,2	1,2	1	1,7	2,8	3,1	2,9	1,6	0,63
2	NO ₂	mg/m ³	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	NO ₂	mg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	SO ₂	mg/m ³	1878	1911	1763	1668	1644	1516	1321	1245	2037	2883	3368	3481	2.490,78
2	SO ₂	mg/m ³	3657	3621	3499	3352	3371	3311	3236	2941	2834	2413	2549	2779	
3	SO ₂	mg/m ³	2981	3090	2940	2752	2803	2716	2605	2575	1360	1273	1198	1097	

Elaborado: Gabriela Erazo.

Tabla 14. Datos del horno 3 de la Sra. Oliva Reinoso.

Muestras	Parame-tros	Unidades	DATOS MAXIMOS DE LOS MONITOREOS REALIZADOS												Promedios
			1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m	
1	O ₂	%	19,8	16,3	17,1	18,1	18,7	18,98	19	19,9	18,4	19,5	19,6	18,4	19,2
2	O ₂	%	17,8	18,36	19	19,6	19,1	19,62	19,1	19,9	19,8	19,5	18,7	19,9	
3	O ₂	%	19,4	19,95	19,9	19,9	19,5	19,85	19,9	19,9	19,9	19,9	19,7	19,4	
1	CO	mg/m ³	5391	18162	5696	3263	9322	3972	4251	5881	4828	4192	9707	1403	4.179,42
2	CO	mg/m ³	1437	2368	7191	5844	7557	4906	3398	1071	1772	1004	971	1256	
3	CO	mg/m ³	1163	960	1348	2110	7831	10065	2720	1773	874	2365	3083	1324	
1	CO ₂	%	0,73	2,72	2,64	1,52	1,47	1,31	1,23	0,66	1,87	0,95	0,89	1,64	1,19
2	CO ₂	%	2,14	1,84	1,45	1	1,36	0,94	1,38	0,74	0,84	1,06	1,64	0,78	
3	CO ₂	%	1,16	0,73	0,76	0,79	0,85	0,61	0,77	0,76	0,73	0,77	0,94	1,14	
1	NOx	mg/m ³	254	269,6	260	251	267	267,9	268	412	390	672	417	364	350,8
2	NOx	mg/m ³	538	338,9	492	307	412	307,5	240	253	366	368	284	274	
3	NOx	mg/m ³	346	331,1	342	231	532	280,4	562	467	242	376	279	369	
1	NO	mg/m ³	166	176,3	170	164	175	175,1	175	269	255	439	272	238	229,2
2	NO	mg/m ³	352	221,5	322	201	269	201	157	165	239	240	186	179	
3	NO	mg/m ³	226	216,4	223	150	347	182	367	305	158	246	182	241	
1	NO ₂	mg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	NO ₂	mg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	NO ₂	mg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	SO ₂	mg/m ³	3320	3844	2816	3116	5491	5240	5686	6391	3590	3357	3432	2556	2718
2	SO ₂	mg/m ³	4302	5222	5774	2769	3508	4501	2801	2671	3139	269	61	0	
3	SO ₂	mg/m ³	5774	2769	3508	47	82	776	794	228	0	0	0	0	

Elaborado: Gabriela Erazo.

Tabla 15. Datos del horno 4 del Sr. Pedro Buenabentura.

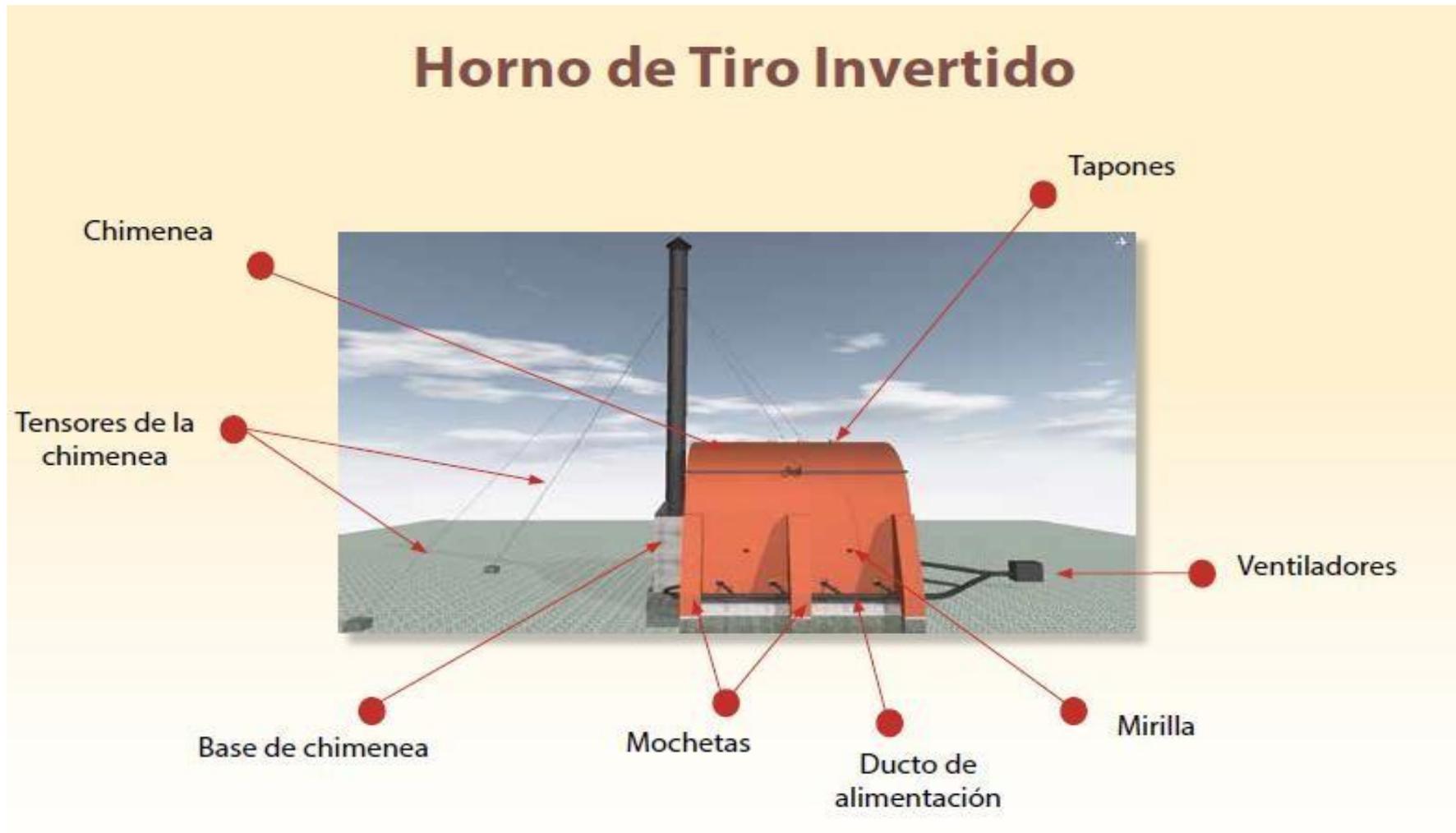
Muestra	Parámetros	Unidades	DATOS MAXIMOS DE LOS MONITOREOS REALIZADOS												Promedios
			1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m	
1	O ₂	%	14,14	15,43	16,16	16,47	16,51	16,69	16,81	16,73	16,59	16,32	16,05	15,97	10
2	O ₂	%	15,26	14,5	13,45	12,38	10,64	10,05	9,37	8,56	6,74	5,97	7,65	7,11	
3	O ₂	%	5,73	3,75	3,47	2,96	2,19	2,68	4,11	4,32	2,94	2,51	4,15	5,46	
1	CO	mg/m ³	5061	7149	9485	9467	9426	10082	10855	10719	10197	9225	8267	7291	14.755,58
2	CO	mg/m ³	5112	5359	4999	5080	5646	4444	5106	7724	10173	6378	10023	9999	
3	CO	mg/m ³	7539	17035	12637	19322	38227	41764	42298	34361	33222	35106	35243	27180	
1	CO ₂	%	7,55	6,34	5,06	4,67	4,44	4,1	3,95	4,04	4,26	4,7	4,68	5,31	10,74
2	CO ₂	%	5,79	6,86	8	9,87	10,28	10,9	11,6	13,35	13,89	15,08	14,6	14,47	
3	CO ₂	%	15,77	16,34	16,88	17,45	16,76	16,09	15,33	15,56	16,1	16,05	15,83	14,75	
1	NO _x	mg/m ³	367	369,8	346,9	328,5	328,2	316,3	310	288,9	279,3	274	276,2	272,1	228,21
2	NO _x	mg/m ³	273,8	261,3	289,3	300	310	310,1	297,5	290,5	274,1	274,5	285,2	277,3	
3	NO _x	mg/m ³	249,7	238,1	237,2	230,3	48,5	6,2	3,2	0,7	0,6	0,2	0	0	
1	NO	mg/m ³	211,7	210,9	192,7	177,9	177,5	169,7	165	154	148,9	149,2	152,1	149,8	131,43
2	NO	mg/m ³	153,3	148,4	167,8	175,8	185,9	187,5	180	176,7	168,3	168,6	175,2	170,3	
3	NO	mg/m ³	152,5	146	147,2	143,1	25,6	0	0	0	0	0	0	0	
1	NO ₂	mg/m ³	83	86	88,2	90,9	92,7	94,6	96,3	98	99,6	101	102,3	103,9	42,12
2	NO ₂	mg/m ³	39,6	37,1	34,2	32,2	26,2	24,1	22,3	20,2	16,9	16,5	17,2	16,7	
3	NO ₂	mg/m ³	16,4	14,8	13,8	11,5	9,2	6,2	3,2	0,7	0,6	0,2	0	0	
1	SO ₂	mg/m ³	76	74	170	167	149	217	305	311	306	244	187	134	1.512,08
2	SO ₂	mg/m ³	58	56	27	167	194	235	348	633	849	1182	1208	1484	
3	SO ₂	mg/m ³	1874	2784	3225	3292	4469	4836	4828	4192	3968	4234	4282	3670	

Elaborado: Gabriela Erazo.

Tabla 16. Datos del horno 5 del Sr. José Molina.

Muestra	Parámetros	Unidades	DATOS MAXIMOS DE LOS MONITOREOS REALIZADOS EN EL HORNO 1												Promedios
			1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m	
1	O ₂	%	17,83	17,56	17,64	17,13	16,39	14,6	13,9	16,87	18,03	16,93	18,61	18,56	17,44
2	O ₂	%	14,6	13,9	16,87	18,03	16,93	17,83	16,87	18,03	16,93	17,83	16,87	18,03	
3	O ₂	%	18,03	16,93	17,83	18,61	18,56	18,79	19,11	18,61	18,56	18,79	19,11	18,03	
1	CO	mg/m ³	24097	24514	26881	17770	16411	19414	18328	4080	4058	20721	18653	24954	17.072,47
2	CO	mg/m ³	19414	18328	4080	4058	20721	24097	4080	4058	20721	24097	4080	4058	
3	CO	mg/m ³	4058	20721	24097	18653	24954	23725	27669	18653	24954	23725	27669	4058	
1	CO ₂	%	2,77	3,02	2,92	3,47	4,14	5,7	6,39	3,84	2,75	3,64	2,12	2,12	3,19
2	CO ₂	%	5,7	6,39	3,84	2,75	3,64	2,77	3,84	2,75	3,64	2,77	3,84	2,75	
3	CO ₂	%	2,75	3,64	2,77	2,12	2,12	1,92	1,61	2,12	2,12	1,92	1,61	2,75	
1	NO _x	mg/m ³	395,3	380,6	360,7	302,3	321,8	313,7	306	439,9	448,3	308,4	327	291,1	361,78
2	NO _x	mg/m ³	313,7	306	439,9	448,3	308,4	395,3	439,9	448,3	308,4	395,3	439,9	448,3	
3	NO _x	mg/m ³	448,3	308,4	395,3	327	291,1	299,5	350,8	327	291,1	299,5	350,8	448,3	
1	NO	mg/m ³	258,4	248,8	235,7	197,6	210,4	205	200	287,5	293,1	201,6	213,7	190,3	236,48
2	NO	mg/m ³	205	200	287,5	293,1	201,6	258,4	287,5	293,1	201,6	258,4	287,5	293,1	
3	NO	mg/m ³	293,1	201,6	258,4	213,7	190,3	195,8	229,3	213,7	190,3	195,8	229,3	293,1	
1	NO ₂	mg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
2	NO ₂	mg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	NO ₂	mg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	SO ₂	mg/m ³	6887	6397	5890	3590	2589	2383	1786	1423	604	1529	1886	2323	1.736,64
2	SO ₂	mg/m ³	2383	1786	1423	604	1529	887	1423	604	529	887	1423	604	
3	SO ₂	mg/m ³	604	1529	887	1886	323	1000	854	1886	323	600	654	604	

Elaborado: Gabriela Erazo.

Anexo 5. Partes del horno de tiro invertido

Fuente: (EELA. 2015)

Anexo 6. Fotografías

Fotografía 1. Diseño del horno de alfarería



Fotografía 2. Chimenea del horno



Fotografía 3. Entrada de biomasa al horno



Fotografía 4. Carga de horno con la cerámica



Fotografía 5. Monitoreo del horno 1



Fotografía 6. Monitoreo del horno 5



