



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EMITIDOS EN LADRILLERAS ARTESANALES EN LA PARROQUIA JUAN MONTALVO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”.**

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

Autor:

Calvopiña Tapia Alex Ruben

Tutor:

Ing. Daza Guerra Oscar René

Latacunga - Ecuador

Febrero, 2018

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

“Yo Calvopiña Tapia Alex Ruben” declaro ser autor del presente proyecto de investigación Determinación de los contaminantes atmosféricos emitidos en ladrilleras artesanales en la Parroquia Juan Montalvo, Cantón Latacunga, 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.

.....  
**Calvopiña Tapia Alex Ruben**

**Número de C.I.: 050253623-8**

## **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 Calvopiña Tapia Alex Ruben, identificada/o con C.C. N° 050253623-8, de estado civil Soltero y con domicilio en el Barrio Loco de la Parroquia Juan Montalvo, 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 **EL CESIONARIO** 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.- Marzo 2013

Fecha de finalización.- Febrero 2018

Aprobación HCA.-

Tutor.- Ing. Oscar René Daza Guerra.

Tema: **“DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EMITIDOS EN LADRILLERAS ARTESANALES EN LA PARROQUIA JUAN MONTALVO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”.**

**CLÁUSULA SEGUNDA.- EL CESIONARIO** 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 **EL CESIONARIO** 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 **EL CESIONARIO** 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 **EL CESIONARIO** no se halla obligado 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 **EL CESIONARIO** 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.- EL CESIONARIO** 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 14 días del mes de Febrero del 2018.

.....  
Calvopiña Tapia Alex Ruben.

**EL CEDENTE**

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

**EL CESIONARIO**

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

“Determinación De Los Contaminantes Atmosféricos Emitidos En Ladrilleras Artesanales En La Parroquia Juan Montalvo, Cantón Latacunga, Provincia De Cotopaxi” de Calvopiña Tapia Alex Ruben, 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, Febrero del 2018

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, el postulante: Calvopiña Tapia Alex Ruben con el título de Proyecto de Investigación: “Determinación De Los Contaminantes Atmosféricos Emitidos En Ladrilleras Artesanales En La Parroquia Juan Montalvo, Cantón Latacunga, 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, Febrero del 2018

Para constancia firman:

---

**Lector 1 (Presidente)**

**Nombre:** M.Sc. Patricio Clavijo

**CC:** 050144458-2

---

**Lector 2**

**Nombre:** M.Sc. Kalina Fonseca

**CC:** 172353445-7

---

**Lector 3**

**Nombre:** Ing. Cristian Lozano Mg.

**CC:** 060360931-4

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme dado la fortaleza de continuar mis estudios, a mis ángeles que desde el cielo guían y cuidan mi camino ayudándome alcanzar mis metas propuestas, abuelitas Gladis G & Delfa M y mi tío Adán J, a mis padres por apoyarme en los buenos y malos momentos siendo ejemplos de perseverancia, a mi tía Cleotilde que ha sido como una segunda abuelita para mí, dándome consejos para poder llegar donde estoy, a mi hermano Cristian C por apoyarme y aguantar mis desagavios.

A mi tío Sixto T y su Flia que en los buenos y malos momentos están a mi lado.

A Katerine E por ser un pilar fundamental en mi vida y en todo el camino universitario, ayudándome a levantar de cada tropiezo que he tenido.

A mis profesores los cuales impartieron sus conocimientos, los cuales me ayudan a ser una gran persona y un buen profesional, a mi tutor por ser la guía para poder realizar este trabajo de investigación.

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mi abuelita †Delfa por apoyarme de todas las maneras posibles y haberme brindado su amor incondicional hasta el último día que estuvo a mi lado, ya que me enseñó a ser fuerte y a no rendirme en ninguna adversidad.

A mis padres por brindarme su confianza, sabiendo aconsejarme que sea una buena persona, ya que sin su apoyo incondicional no pudiera alcanzar ninguna de mis metas planteadas, conjunto con mi hermano Cristian Calvopiña, siendo los pilares fundamentales en mi vida.

A mis tíos Sixto Tapia, Blanca Claudio, Cleotilde Molina y †Adán Jiménez, por no abandonarme en mis tropiezos y darme su mano para levantarme las veces que sean necesarias.

A ti Gabriela Katerine que con tu cariño y afecto me apoyaste y me ayudaste alcanzar una meta más en mí vida.

*Calvopiña Tapia Alex Ruben*

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO:** “Determinación de los contaminantes atmosféricos emitidos en ladrilleras artesanales en la Parroquia Juan Montalvo, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi”.

**Autor:** Calvopiña Tapia Alex Ruben

### RESUMEN

En la Parroquia Juan Montalvo del cantón Latacunga se realizó la medición de las emisiones de contaminantes atmosféricos emitidas por fuentes fijas como son las chimeneas de ladrilleras artesanales, con el propósito de identificar los contaminantes atmosféricos emitidos por los mismos, que fueron de utilidad para tomar medidas de mitigación y disminuir los contaminantes atmosféricos, de esta manera se obtuvo actualizaciones e investigaciones sobre emisiones de gases contaminantes en esta área. Para la ejecución de la investigación se trabajó con los dueños de las ladrilleras artesanales. Se tomó en cuenta la identificación de cada una de las fuentes fijas a través de una georreferenciación que permitió obtener la ubicación exacta de las chimeneas para la determinar el área de estudio en la parroquia. En la cual se realizó un trabajo de campo, que consistió en 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 de gases TESTO 350. En donde se obtuvo datos de Monóxido de Carbono (CO) en todas las fuentes fijas monitoreadas, las cuales se encuentran fuera de los límites establecidos por la normativa TULSMA Anexo VI, Tabla 1, lo cual es  $1800 \text{ mg/Nm}^3$ . De la misma manera se realizó con el óxido de nitrógeno (NOx), el cual se encuentra dentro de los límites establecidos,  $900 \text{ mg/Nm}^3$ . La generación del monóxido de carbono se da por distintos factores como, el diseño del horno, la humedad del combustible (biomasa) y su manejo inadecuado, lo cual genera contaminación al ambiente y causando efectos nocivos en la salud de las personas. De esta

manera se genera una propuesta para disminuir las concentraciones de monóxido de carbono (CO), con un nuevo diseño de horno con nuevas técnicas de aprovechamiento energético y manejo de combustible (biomasa).

**Palabras clave:** Emisiones de gases, Contaminación atmosférica, Fuentes fijas de combustión, ladrillera artesanal, equipo analizador Testo, Gases contaminantes, aprovechamiento energético.

## ABSTRACT

At Juan Montalvo Parish of Latacunga Canton, the measurement of atmospheric emissions pollutants emitted by fixed sources, such as brick kilns, was carried out, with the purpose of identify the atmospheric pollutants emitted by them, which were useful to take measurements of mitigation and reduction of atmospheric pollutants, in this way updates and researches were obtained on emissions of polluting gases in this area. For execution of the research job, it was done with the owners of the artisan brick kilns. The identification of each of the sources was taken into account through a geographic reference that allowed exact location of the zones to determine the study area in the parish. In which a fieldwork was carried out, which consisted on gases measurement such as oxygen, carbon monoxide, nitrogen monoxide, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and hydrocarbons, through the use of the TESTO 350 gas analyzer equipment Where Carbon Monoxide (CO) data was obtained in all the fixed sources monitored, which are outside the parameters established by the TULSMA regulation Annex VI, Table 1, which is 1800 mg / Nm<sup>3</sup>. In the same way it was carried out with nitrogen oxide (NOx), 900 mg / Nm<sup>3</sup>. The generation of carbon monoxide is given by the factors that affect it, the designing of the furnace, the humidity of the fuel (biomass) and its inadequate handling, which generates contamination to the environment and has harmful effects on the health of a person. In this way, a proposal is generated to reduce levels of carbon monoxide (CO), with a new furnace design with new techniques for energy use and fuel management (biomass).

**Keywords:** Gas emissions, Air pollution, Fixed sources of combustion, Craft brick, Testo analyzer equipment, Polluting gases, energy use.

## ÍNDICE

<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA</b>	ii
<b>CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR</b>	iii
<b>AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>	vi
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN</b>	vii
<b>AGRADECIMIENTO</b>	viii
<b>DEDICATORIA</b>	ix
<b>RESUMEN</b>	x
<b>ABSTRACT</b>	xii
<b>1 INFORMACIÓN GENERAL</b>	1
<b>2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b>	2
<b>3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO</b>	3
<b>4 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:</b>	3
<b>5 OBJETIVOS:</b>	5
5.1 Objetivo General	5
5.2 Objetivos Específicos	5
<b>6 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:</b>	6
<b>7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.</b>	7
7.1 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	7
7.2 FUENTES DE CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA	7
7.3 EMISIÓN E INMISIÓN	8
7.4 CHIMENEAS	8
7.4.1 Principales características de las chimeneas	9

7.5	LA COMBUSTIÓN DE LEÑA -----	10
7.6	LA FÍSICA-QUÍMICA DEL COMBUSTIBLE -----	12
7.7	LEÑA Y EMISIÓN DE PARTÍCULAS -----	13
7.8	TIPOS DE HORNOS -----	14
7.8.1	HORNOS USADOS EN LADRILLERA -----	14
7.8.2	HORNOS INTERMITENTES -----	14
7.8.3	HORNOS CIRCULARES INTERMITENTES-----	15
7.9	CONTAMINANTES DE GASES PRIMARIOS EN FUENTES DE COMBUSTIÓN -	15
7.9.1	El monóxido de carbono en la atmósfera.-----	16
7.9.2	Dióxido de carbono -----	16
7.9.3	Óxido de azufre (SO <sub>x</sub> ).-----	16
7.9.4	El dióxido de azufre en la atmósfera.-----	16
7.9.5	El óxido nítrico en la atmósfera. -----	17
	Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> ):-----	17
7.10	EFFECTOS DE LOS GASES PRIMARIOS A LA SALUD -----	19
7.11	EQUIPO ANALIZADOR DE GASES TESTO 350.-----	20
7.11.1	Preparación para la Medición.-----	20
7.12	MONITOREO FUENTES FIJAS -----	20
7.13	NORMATIVA MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR -----	21
7.13.1	Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA). -----	21
7.13.2	Método 1: (US EPA)-----	22
7.13.3	Adecuación Del Sitio.-----	22
7.13.4	Método CTM 034 -----	23

7.13.5	Principio -----	23
7.13.6	TIEMPO DEL MUESTREO -----	23
7.13.7	FRECUENCIA DE MUESTREO -----	24
<b>8</b>	<b>HIPÓTESIS:</b> -----	<b>24</b>
8.1	Alternativa -----	24
8.2	Nula -----	24
<b>9</b>	<b>METODOLOGÍAS (MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)</b> -----	<b>25</b>
9.1	ÁREA DE ESTUDIO -----	25
9.2	Numero de hornos en ladrilleras artesanales. -----	26
9.3	MONITOREO-----	26
9.3.1	Número de puertos de muestreo de medición en chimeneas -----	26
9.3.2	Ubicación de puertos de muestreo -----	27
9.3.3	Número de puntos de medición.-----	27
9.3.4	Distribución de puntos para chimenea o conductos de sección rectangular -----	28
9.4	CONVERSIÓN DE CIFRAS DE CONCENTRACIÓN-----	28
9.5	PARA LA COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.-----	29
9.6	Equipos -----	29
9.7	Instrumentos -----	29
9.8	Materiales -----	29
<b>10</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> -----	<b>30</b>
10.1	Área de Estudio de las Fuentes Fijas Monitoreadas.-----	30
10.2	Resultado y Análisis de los Contaminantes Identificados -----	31
10.2.1	MONÓXIDO DE CARBONO -----	32
10.2.2	ÓXIDO DE NITRÓGENO (NO <sub>x</sub> )-----	33

<b>11</b>	<b>PROPUESTA</b>	-----	<b>34</b>
11.1	Justificación	-----	34
11.2	Objetivos	-----	34
11.2.1	Objetivo general	-----	34
11.2.2	Objetivos específicos	-----	34
11.3	Estrategia 1 Diseño de un Horno	-----	35
11.3.1	Descripción y operación	-----	35
11.3.2	Características	-----	37
11.3.3	Desempeño	-----	37
11.3.4	Costos	-----	37
11.3.5	Ventajas	-----	38
11.3.6	Desventajas	-----	38
11.4	Estrategia 2. Secador de leña.	-----	38
11.4.1	Descripción	-----	38
11.4.2	Objetivo	-----	39
11.4.3	Principio	-----	40
11.4.4	Capacidad	-----	40
11.4.5	Ventajas	-----	40
11.4.6	Desventajas	-----	41
11.5	Estrategia 3. Uso Del Combustible.	-----	41
11.5.1	Descripción	-----	41
11.5.2	Biomasa	-----	41
11.5.3	Forma y tamaño	-----	42
11.5.4	Aspecto	-----	42

<b>12</b>	<b>IMPACTOS</b>	-----43
12.1	Ambiental	-----43
12.2	Social	-----44
12.3	Económico	-----44
<b>13</b>	<b>PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:</b>	-----45
<b>14</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	-----46
14.1	Conclusiones	-----46
14.2	Recomendaciones	-----47
<b>15</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	-----48
<b>16</b>	<b>ANEXOS</b>	-----51
16.1	Anexo 1. Aval de traducción	-----51
16.2	Anexo 2. Hoja de vida Tutor	-----52
16.3	Anexo 3. Hoja de vida	-----53
16.4	Anexo 4. Normativa TULSMA	-----54
16.5	Anexo 5. Fichas de los datos generales de los hornos	-----55
16.6	Anexo 6. Promedios Monitoreos Realizados	-----58
16.7	Anexo 7. Fotografías	-----61

## Índice de Tablas

Tabla 1.- Beneficiarios directos por género.....	3
Tabla 2.- Beneficiarios indirectos por género. ....	3
Tabla 3.- Índices de NO generados a altas temperaturas.....	18
Tabla 4.- Niveles de CO en el aire ambiental y % de COHb en la sangre. ....	19
Tabla 5.- Distribución de puntos de medición para una chimenea o conducto de sección rectangular .....	28
Tabla 6.- Límites máximos permisibles de concentraciones de emisión al aire para fuentes fijas de combustión, incluidas fuentes de combustión abierta ( $\text{mg}/\text{nm}^3$ ).....	54
Tabla 7.- Ficha del horno 1.....	55
Tabla 8.- Ficha del horno 2.....	56
Tabla 9.- Ficha del horno 3.....	57
Tabla 10.- Datos Horno 1, Sr. Carlos Chicaiza .....	58
Tabla 11.- Datos Horno 2, Sr. Pedro Simba .....	59
Tabla 12.- Datos Horno 3, Sr. Patricio Toalo.....	60
Tabla 13.- Condiciones normales del Monóxido de Carbonó (CO).....	61
Tabla 14.- Condiciones normales del Oxido de Nitrógeno (NOx).....	61

## Índice de Ecuaciones

Ecuación 1.- Reacción del monóxido y dióxido de nitrógeno.....	18
Ecuación 2.- Para una chimenea de sección rectangular .....	26
Ecuación 3.- Conversión a condiciones normales .....	28

## Índice de Gráficos

Grafico 1.- Ubicación y números de los puntos de medición.....	27
Grafico 2.- Proceso producción de ladrillos .....	31
Grafico 3.- Horno de tiro invertido.....	36
Grafico 4.- Diseño del secador solar de madera. ....	39
Grafico 5.- Reacción de la combustión de la leña .....	42

## Índice de Imágenes

Imagen 1.- Mapa de Ubicación de la zona de estudio de la Parroquia Juan Montalvo.....	25
Imagen 2.- Georreferenciación de las fuentes fijas monitoreadas.....	30
Imagen 3.- Emisión de Monóxido de carbono (CO) y comparación con la normativa.....	32
Imagen 4.- Emisión de Óxido de Nitrógeno (NOx) y comparación con la normativa.....	33

## Índice de Fotografías

Fotografía 1.- Horno de ladrilleras artesanales.....	62
Fotografía 2.- Carga de ladrillos en el horno.....	62
Fotografía 3.- Quemador de combustible (biomasa).....	63
Fotografía 4.- Horno utilizado en la quema de ladrillos.....	63
Fotografía 5.- Monitoreo horno de ladrillera artesanal.....	64
Fotografía 6.- Cocción de combustible (biomasa) en quemadores .....	64
Fotografía 7.- Plataforma para colocación de ladrillo .....	65
Fotografía 8.- Calibración de Oxígeno en el equipo analizador de gases. ....	65
Fotografía 9.- Ajuste de oxígeno al 7% requerido para las mediciones. ....	66

## **1 INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

“Determinación de los contaminantes atmosféricos emitidos en ladrilleras artesanales en la Parroquia Juan Montalvo, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi”.

**Fecha de inicio:** Abril 2017

**Fecha de finalización:** Marzo 2018

**Lugar de ejecución:** Parroquia Juan Montalvo, Cantón Latacunga, 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:** Alex Ruben Calvopiña Tapia

**Tutor:** Ing. Oscar René Daza Guerra

**Lector 1:** M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos

**Lector 2:** M.Sc. Kalina Fonseca Largo

**Lector 3:** Ing. Cristian Javier Lozano Mgs

### **Área de Conocimiento:**

Servicios.

### **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 el proyecto de investigación se determinó el grado de contaminación atmosférica existente en la Parroquia Juan Montalvo del Cantón Latacunga, donde existen ladrilleras artesanales que emanan gases contaminantes al ambiente y pueden afectar a los pobladores del sector y alrededores.

Se realizó el monitoreo de contaminantes atmosféricos en las ladrilleras artesanales y posteriormente se comparó con las normativas vigentes ecuatorianas (TULSMA).

Con la presente investigación y al tener una base de datos se aportó al campo científico con información relevante sobre las emanaciones de contaminantes a la atmósfera con datos de Monóxido de Carbono (CO) de 21938,36 mg/Nm<sup>3</sup> y datos de Óxido de Nitrógeno (NOx) de 465,95 mg/Nm<sup>3</sup>, permitiendo conocer la calidad de aire en el área de estudio.

De esta manera el proyecto investigativo es un aporte para que los beneficiarios como la Dirección del Medio Ambiente, GAD Provincial, y entre otros entes reguladores favorezcan estos datos y propongan estrategia de control y mitigación.

Con el presente proyecto se identificó los contaminantes atmosféricos, para dar estrategias de solución en la cual se beneficiarán 15.497 habitantes de la parroquia.

### 3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

**Tabla 1.- Beneficiarios directos por género.**

BENEFICIARIOS DIRECTOS	
<b>Ubicación</b>	Parroquia
<b>Lugar</b>	Juan Montalvo
<b>Hombres</b>	7.532
<b>Mujeres</b>	7.965
<b>Total</b>	15.497 hab.

**Fuente:** (INEC, 2010)

**Elaborado:** Alex Calvopiña

**Tabla 2.- Beneficiarios indirectos por género.**

BENEFICIARIOS INDIRECTOS	
<b>Ubicación</b>	Ciudad
<b>Lugar</b>	Latacunga
<b>Hombres</b>	82.301
<b>Mujeres</b>	88.188
<b>Total</b>	170.489 hab.

**Fuente:** (INEC, 2010)

**Elaborado:** Alex Calvopiña

### 4 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

La contaminación del aire a lo largo de los tiempos ha incrementado debido al crecimiento humano y demográfico, siendo la necesidad de supervivencia de cada uno de los individuos la principal causa de contaminación al aire, teniendo como uno de los factores que ha provocado el calentamiento global y contaminación hacia la atmosfera el CO<sub>2</sub> con cantidades 4.996 toneladas métricas per cápita realizadas en el censo 2013 por el Banco mundial, alterando el comportamiento climático como son torrenciales lluvias o sequias excesivas, tomando en cuenta

que la sociedad interactúa y relacionan naturaleza - ser humano la cual provoca alteraciones del medio ambiente.

Varias actividades humanas contaminan el aire. Los contaminantes originados por la actividad humana pueden provenir de fuentes fijas (fábricas, plantas termoeléctricas, viviendas, etc.) o fuentes móviles (vehículos, aviones, trenes, barcos, etc). Existen además fuentes naturales, como por ejemplo el polen emitido por las flores, el polvo procedente de la erosión eólica y las erupciones volcánicas.

Chávez y Ponce (2005) realizaron su estudio en el que se generan variaciones importantes en la magnitud del ahorro de costos entre las políticas consideradas para la emisión de gases a la atmósfera por industrias en Chile, teniendo cantidades de contaminación 3,840 toneladas métricas per cápita.

El Ministerio Del Ambiente Del Ecuador, (2010) manifiesta que la situación de la gestión ambiental de calidad del aire en el país presenta profundas falencias, de acuerdo con estudios realizados por la SENPLADES en el año 2007, en términos de la variación anual los reportes de la REMMAQ marcan una tendencia a la baja decreciente estando en el 2007 en valores alrededor de  $0,5 \text{ mg/m}^3$ , la gestión ambiental presenta problemas por la falta de seguimiento y de convenios suscritos, dispersión legislativa, dispersión de jurisdicción y competencias, debilidad institucional y presupuestaria del MAE.

Páez, (2007) establece que debido al crecimiento demográfico en el casco urbano con sus necesidades y concentración de actividades socioeconómicas son firmes candidatas a tener una calidad ambiental degradada, teniendo cantidades de contaminación a nivel de Ecuador 2,779 toneladas métricas per cápita realizadas en el censo 2013 por el Banco mundial, siendo Quito, Cuenca y Guayaquil quienes han implementado planes de acción sistemáticos para combatir las causas de la contaminación atmosférica.

En el proyecto determinación de los contaminantes en fuentes fijas de la Parroquia San Buenaventura, Cantón Latacunga muestra que el estudio realizado tiene resultados como concentraciones de CO 3728.82 mg/m<sup>3</sup> en la fuente fija La Picantina los cuales son elevados, comparada con la normativa TULSMA, libro VI, Anexo 3 y el monitoreo de Aragoneza con 36.78 mg/m<sup>3</sup> de CO y Quesera Ibail con 0.00 mg/m<sup>3</sup> de CO las cuales cumplen con los estándares establecidos.

## **5 OBJETIVOS:**

### **5.1 Objetivo General**

- Determinar la contaminación atmosférica emitida por ladrilleras artesanales en la Parroquia Juan Montalvo, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

### **5.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar el área de estudio y los tipos de fuentes fijas contaminantes.
- Realizar el monitoreo de los contaminantes y compararlos con los límites establecidos en la normativa ambiental vigente.
- Proponer alternativas de control de contaminación en ladrilleras artesanales.

## 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)
Diagnosticar el área de estudio y los tipos de fuentes fijas contaminantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinación de las coordenadas de ladrilleras artesanales en el área de estudio.</li> <li>-Identificación de las fuentes contaminantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ubicación de las fuentes de emisiones.</li> <li>-Obtención de los tipos de chimeneas o conductos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Actividades de Campo (utilización de GPS, Cámara fotográfica)</li> <li>-Georreferenciación software (ARCGIS).</li> </ul>
Realizar el monitoreo de los contaminantes y compararlos con los límites establecidos en la normativa ambiental vigente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Monitoreo de los gases en la zona de estudio, siguiendo el protocolo de muestreo.</li> <li>-Comparación de los resultados obtenidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Proporciones de emisiones de los gases contaminantes.</li> <li>-Parámetros que sobrepasan los niveles admisibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Actividades de Campo.</li> <li>-Monitoreo de gases con la utilización del equipo TESTO 350.</li> <li>-Fichas de monitoreo.</li> <li>- Normativa ministerio del ambiente del ecuador.</li> </ul>
Proponer alternativas de control de contaminación en ladrilleras artesanales.	-Diseño de un modelo de horno para mejorar el sistema de cocción y realizar un mejor control de emisiones a la atmosfera.	-Modelo de la propuesta de control para los contaminantes atmosféricos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Manuales de diseño de hornos en ladrilleras.</li> <li>-Guías de eficiencia energética del combustible.</li> </ul>

**Elaborado:** Alex Calvopiña

## **7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.**

### **7.1 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**

La contaminación del aire resulta de una compleja suma de miles de fuentes de emisión que van desde las industrias y los vehículos automotores, hasta el uso de productos de limpieza domésticos y pinturas e incluso la vida animal y vegetal; que alteran la composición normal de la atmósfera, esta alteración puede generar problemas de salud humana y daños a las infraestructuras físicas (OMS, 2004).

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.

Para Orozco, Serrano, Delgado, Rodríguez, Alfayate (2003), la contaminación antropogénica con frecuencia se ha clasificado genéricamente las fuentes de emisión de agentes contaminantes en la troposfera considerando su localización fija o móvil.

### **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.

- ✓ Fuentes móviles. -Incluyen los diversos tipos de vehículos de motor utilizados en el transporte.
- ✓ Fuentes fijas. – Se localizan en un punto determinado y a su vez estas se pueden subdividir en focos de combustión estacionaria, distinguiéndose los industriales, domésticos y vertederos, y otro tipo de focos (Orozco C, 2003).

Yarke, E (2005) indica que las fuentes fijas son derivadas de la generación de energía eléctrica y de actividades industriales como son: la química, textil, alimentaria, maderera, metalúrgica, metálica, manufacturera y procesadora de productos vegetales y animales, entre otras.

### **7.3 EMISIÓN E INMISIÓN**

MAE (2010) señala que la emisión se entiende por tal a la descarga de sustancias en la atmósfera. Para el propósito de esta norma, la emisión se refiere a las concentraciones de descarga de sustancias provenientes de la combustión en fuentes fijas y de determinados procesos industriales.

(Orozco C, 2003) indica que inmisión es la concentración de contaminantes presente en el seno de una atmósfera determinada y, por tanto, es a 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.

Para el caso de las chimeneas la calidad de combustible (Bolívar, 2004) manifiesta que 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: SO<sub>2</sub>, NO, CO e hidrocarburos.

### **7.4 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. Por otro lado, son los elementos

encargados de evacuar los humos hasta el exterior de los edificios, por encima de la cubierta de los mismos (López, G., 2014).

Según Ferrera, R (2005) 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.

Para Martínez, R (2005) en una chimenea intervienen fundamentalmente, los siguientes elementos: Sección interior, o de paso de gases, altura, ya sea para dispersión de gases en la atmósfera libre, para la obtención de una depresión mínima determinada en su base el tipo de material estructural (o externo) resistencia a las acciones externas viento y “vórtices de Kármán”, sismos, cimentación: conocimiento de la geología del terreno. Tipo de material de revestimiento interior resistencia a la temperatura y ataque físico-químico de los gases.

Según Vatauvuk, W. (1999) para determinar las características de una chimenea es imprescindible conocer el tipo de fluido que se espera que circule por ella.

#### **7.4.1 Principales características de las chimeneas**

Estas 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 lo contrario de 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.

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).

## 7.5 LA COMBUSTIÓN DE LEÑA

De acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española, la combustión es la acción o efecto de arder o quemar, mediante una reacción química entre el oxígeno y un material oxidable, acompañado de desprendimiento de energía y que habitualmente se manifiesta por incandescencia o llama.

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  $CO_2$  dióxido de carbono;  $H_2O$  -agua-,  $SO_2$  -dióxido de azufre (si el combustible contiene azufre) y  $NO_x$  óxidos de nitrógeno que depende de la temperatura de reacción;  $H_2$  hidrogeno gaseoso;  $C_nH_m$  hidrocarburo;  $H_2SO_4$  ácido sulfúrico y C carbón (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).

Para que haya combustión es necesario que exista un cuerpo que se queme llamado combustible, el oxígeno del aire que recibe el nombre de comburente y una fuente de calor que entregue la temperatura necesaria. Si uno de estos elementos falta, no puede haber combustión. Ahora, si están los tres elementos, la combustión puede ser mala o incompleta si:

- ✓ El combustible es inadecuado o de mala calidad.
- ✓ El aire es poco o insuficiente.
- ✓ La temperatura es baja.

Como el aire es el que da el oxígeno necesario para la combustión, siempre debe mantenerse una adecuada relación aire-combustible para que la combustión sea correcta o completa (García G & Pañi L, 2013).

(García G & Pañi L, 2013) manifiesta que la combustión depende de la cantidad de oxígeno. Según esto, la combustión puede ser completa o incompleta:

- ✓ **COMBUSTION COMPLETA:** Si la cantidad de oxígeno es suficiente, la combustión del carbono es completa y se obtiene anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ). Se aprovecha en este caso la mayor cantidad de calor del combustible.

El porcentaje mínimo de anhídrido carbónico que se recomienda es 12%, siendo el ideal 14,5%.

- ✓ **COMBUSTION INCOMPLETA:** Si el oxígeno que se entrega a la combustión es insuficiente, el combustible no se quema totalmente. En este caso se forma monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) y la cantidad de calor que se aprovecha es mucho menor.
- ✓ El monóxido de carbono no debe estar presente en la combustión. Además de significar un daño a la salud, significa que la combustión no es buena, lo que se manifiesta con gases oscuros en la chimenea (García G & Pañi L, 2013).

## 7.6 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: 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: 43 % de carbono (C), 7 % de hidrógeno (H) y 49 % de oxígeno (O) (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 pirolisis 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.

## 7.7 LEÑA Y EMISIÓN DE PARTÍCULAS

En función de cómo se realice la combustión, la calidad y el tamaño de la leña, son factores muy importantes en la emisión de partículas. Investigaciones específicas relacionadas con la combustión de leña (Proyecto QualityWood, 2009), han demostrado que:

- ✓ La humedad y el tamaño son los factores más importantes.
- ✓ La humedad es un factor muy importante para aumentar las emisiones.
- ✓ Altos ritmos de combustión, con leña de elevado contenido en humedad (mayor del 20%), las emisiones de partículas pueden incrementarse 10 veces.
- ✓ Bajos ritmos de combustión, para leña con elevado contenido en humedad (mayor del 20%) las emisiones de partículas pueden incrementar 30 veces.
- ✓ La leña húmeda, pero de menor tamaño, emite menos emisiones que la de mayor tamaño.

- ✓ A pesar de que la calidad de la leña sea buena, cuando el aporte de aire es reducido el nivel de emisiones puede ser alto.
- ✓ Las propiedades de la leña y las condiciones de la hoguera, deben adaptarse mutuamente.
- ✓ Para asegurar un nivel bajo de emisiones, se deben usar troncos secos y pequeños durante un período de encendido suficiente. (por lo menos 30 minutos).
- ✓ Para encender el fuego se recomienda usar troncos de leña seca es decir con una humedad superior al 10% y menor al 20%.

## **7.8 TIPOS DE HORNOS**

### **7.8.1 HORNOS USADOS EN LADRILLERA**

Según (Eloy Robusté, 1963) la clasificación se presenta en tener los siguientes tipos de horno:

1. Hornos intermitentes
2. Hornos semicontinuos
3. Hornos continuos

Según las indagaciones que se han realizado el tipo de horno usado en el desarrollo del proyecto corresponde a hornos intermitentes.

### **7.8.2 HORNOS INTERMITENTES**

El interés que aborda a los hornos intermitentes es variado, pues se pueden cocer materiales como baldosín, loza, porcelana, arcilla, etc., pero tiene un gran inconveniente, su exagerado consumo de combustible y tiempo de cocción (García G & Pañi L, 2013).

Los factores que permiten que este tipo de hornos sigan existiendo o apareciendo, son su bajo costo de instalación, facilidad de ubicarse, facilidad al llenado y de quema o cochura en sí, aunque esto sea desproporcional con el consumo de calorías en cuestión de combustible para lograr una producción pequeña (García G & Pañi L, 2013).

Una característica especial del horno intermitente, es que necesita que el combustible tenga mucha llama, para que ardiendo con la máxima rapidez, pueda llegar a penetrar hacia arriba, y cocer los ladrillos situados en la parte más alta (García G & Pañi L, 2013).

### **7.8.3 HORNOS CIRCULARES INTERMITENTES**

La característica de estos hornos es obviamente su forma circular, ya que tiene las mismas características y en ciertas ocasiones ofrece las mismas dificultades que los hornos cuadrados, aunque ciertas personas consideran que su rendimiento es mejor (García G & Pañi L, 2013).

En dichos hornos no se puede gobernar el tiraje a voluntad, menos producir en la cocción, atmósfera oxidante o reductriz según la conveniencia de la cocción, y por ello el color de los ladrillos cocidos es tan diferente unos de otros (García G & Pañi L, 2013).

## **7.9 CONTAMINANTES DE GASES PRIMARIOS EN FUENTES DE COMBUSTIÓN**

Manahan, S (2006) los contaminantes atmosféricos que causan el deterioro de la atmósfera consisten en una gran variedad de gases, vapores y partículas. Algunos de los contaminantes más comunes del aire consisten en gases inorgánicos especialmente óxidos de nitrógeno, azufre y carbono.

### **7.9.1 El monóxido de carbono en la atmósfera.**

Según Norvelli (2004) el monóxido de carbono es un conjunto natural de la atmósfera y un contaminante cuando está presente por encima de las concentraciones normales de fondo.

### **7.9.2 Dióxido de carbono**

La concentración de CO<sub>2</sub> 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).

### **7.9.3 Óxido de azufre (SO<sub>x</sub>).**

Según DÍAZ, J (2011) manifiesta que: los óxidos de azufre se originan de los combustibles fósiles, con especial intensidad en carbonos con alto contenido en azufre, los efectos producidos sobre la salud humana actúan como agravantes de problemas respiratorios. Otros efectos causados por los óxidos de azufre son la corrosión de materiales y la formación de depósitos ácidos, por el consiguiente daño producido sobre los vegetales. Su misión se puede controlar mediante filtros específicos para óxidos de azufre, además de limitar el contenido de azufre existente en los combustibles estableciendo las cantidades máximas de este aceptables.

### **7.9.4 El dióxido de azufre en la atmósfera.**

En la interpretación de Manahan, S (2006) las fuentes más importantes de dióxido de azufre atmosférico son fuentes contaminantes, sobre todo la combustión el carbón que contiene azufre durante la combustión del carbón, el azufre orgánico en el carbón se oxida a dióxido de azufre.

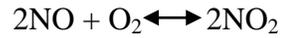
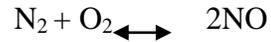
### 7.9.5 El óxido nítrico en la atmósfera.

Bajo el criterio de Díaz, J (2011) es menos tóxico que el dióxido nítrico igual que el monóxido de carbono y el nitrito el NO se adhiere a la hemoglobina y reduce la eficiencia de transporte de oxígeno sin embargo en una atmósfera contaminada la concentración de óxido nítrico es normalmente mucho más baja que la de monóxido de carbono por lo que el efecto en la hemoglobina es mucho menor, la exposición de NO<sub>2</sub> puede ser muy dañina para la salud humana.

**Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>):** 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<sub>2</sub>O, NO y NO<sub>2</sub>, pues el resto son inestables y se disocian, conduciendo a la formación de alguno de los anteriores. Todos ellos tienen características y comportamientos diferentes.

- ✓ Monóxido de di nitrógeno (N<sub>2</sub>O), 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<sub>2</sub>.
- ✓ Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), 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 °C o más). En ellos pueden producirse diferentes reacciones debido a la interacción del nitrógeno existente en el aire que se emplea como comburente.

**Ecuación 1.-** Reacción 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 100ppm de NO<sub>2</sub> pueden producir la muerte.

**Tabla 3.- Índices de NO generados a altas temperaturas**

Temperatura	[NO] en equilibrio (mg/Nm <sup>3</sup> )	Tiempo de formación (s) de 670 mg/Nm <sup>3</sup> de NO
27°C	1.5x10 <sup>-10</sup>	-
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

## 7.10 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 (Hb $O_2$ ) 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.**

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

**Elaborado:** Alex Calvopiña

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  $350 \mu\text{g } SO_2/m^3$  en una hora o  $125 \mu\text{g } SO_2/m^3$  (Carmen 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)

## **7.11 EQUIPO ANALIZADOR DE GASES TESTO 350.**

### **7.11.1 Preparación para la Medición.**

El sensor de temperatura montado en la caja analizadora mide la temperatura del aire de combustión (TA) de manera continua. El aire exterior necesario para la fase de puesta a cero entra por la válvula si hay montada una válvula de aire exterior (opcional), en caso contrario, entra por el escape. De este modo la sonda de los gases de combustión se puede encontrar en el canal de gases de combustión desde antes de o durante la fase de puesta a cero (Manual del testo 350, 2008).

## **7.12 MONITOREO FUENTES FIJAS**

Según la OMS, (2016), El monitoreo de la calidad del aire es la medición de la concentración ambiente de los contaminantes atmosféricos o inmisión. Si bien esta es una herramienta muy

importante para la gestión de la calidad del aire, la misma se complementa con la medición directa de las emisiones en la fuente.

### **7.13 NORMATIVA MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR**

Para el desarrollo del proyecto se tomarán en cuenta los siguientes anexos, acuerdos ministeriales y planes:

- ✓ 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 hallarán tablas, fichas, metodologías y niveles permitidos en el ámbito de emisión de gases en fuentes fijas.

#### **7.13.1 Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).**

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.

### **7.13.2 Método 1: (US EPA)**

Selección del sitio de muestreo, Determinación del número de puntos y su localización en la chimenea.

Verifique el diámetro de la chimenea y no realizar medición si la chimenea o ducto presenta un diámetro menor de 0.30 metros o un área transversal menor de 0.071 metros cuadrados.

- Determine el número de punto a muestrear en la sección de la chimenea
- Verifique que las distancias en la línea de sonda son los adecuados respecto al diámetro en chimenea y número de puntos a muestrear.

### **7.13.3 Adecuación Del Sitio.**

Según el Libro VI, Anexo 3 del TULSMA; una vez elegido el sitio se adecua cumpliendo los siguientes requisitos:

- Que la plataforma sea amplia y resistente.
- Que sea de fácil acceso.
- Que cuente con suministro de energía eléctrica.
- Que cuente con protección necesaria para evitar los cortos circuitos y choques eléctricos.

#### **7.13.4 Método CTM 034**

Este método es aplicable a la determinación de concentraciones de óxidos de nitrógeno (NO y NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y oxígeno (O<sub>2</sub>) en emisiones controladas y no controladas originadas en combustiones de combustibles como gas natural, propano, butano, biomasa y petróleos. Este método está designado para proporcionar un alto grado de seguridad en el cumplimiento de normativas mediante la monitorización o comprobación periódicas. Este método no es adecuado para aquellos casos en los que se necesita un método de comprobación de referencia EPA. Además, debido a la sensibilidad cruzada inherente a los sensores electroquímicos, este método no se debería aplicar a otros contaminantes o fuentes de emisiones sin una investigación exhaustiva previa sobre posibles interferencias analíticas y una evaluación comparativa con otros métodos de comprobación EPA.

#### **7.13.5 Principio**

Se extrae una muestra de gas de la chimenea mediante un analizador portátil para la determinación de concentraciones de NO, NO<sub>2</sub>, CO y O<sub>2</sub>. Se deben conocer con exactitud las especificaciones técnicas y el manejo del analizador así como los procedimientos de comprobación para obtener datos fiables (ICAC 2000).

#### **7.13.6 TIEMPO DEL MUESTREO**

Consideraciones adicionales para la evaluación de emisiones atmosféricas la evaluación de emisiones atmosféricas mediante medición directa debe comenzar como mínimo 30 minutos después de iniciada la operación del proceso o instalación y debe finalizar antes que se detenga la operación del mismo, cumpliendo los tiempos y volúmenes mínimos establecidos por el presente protocolo (TULSMA 2010).

Las muestras serán colectadas, en cada uno de los puntos de muestreo al interior de la chimenea, definidos en el método 1, durante un período de cinco (5) minutos en cada uno de dichos puntos. En ningún caso el tiempo de muestreo en cada punto, será inferior a tres (3) minutos (TULSMA 2010).

#### **7.13.7 FRECUENCIA DE MUESTREO**

Se llevará a cabo un monitoreo de los puntos de emisiones, con un mínimo de 3 veces, en periodos representativos de la fuente (EPA, 2010).

### **8 HIPÓTESIS:**

#### **8.1 Alternativa**

Las emisiones atmosféricas producidas por ladrilleras artesanales se encuentran dentro de los parámetros establecidos en base al Texto Unificado de Legislación Ambiental.

#### **8.2 Nula**

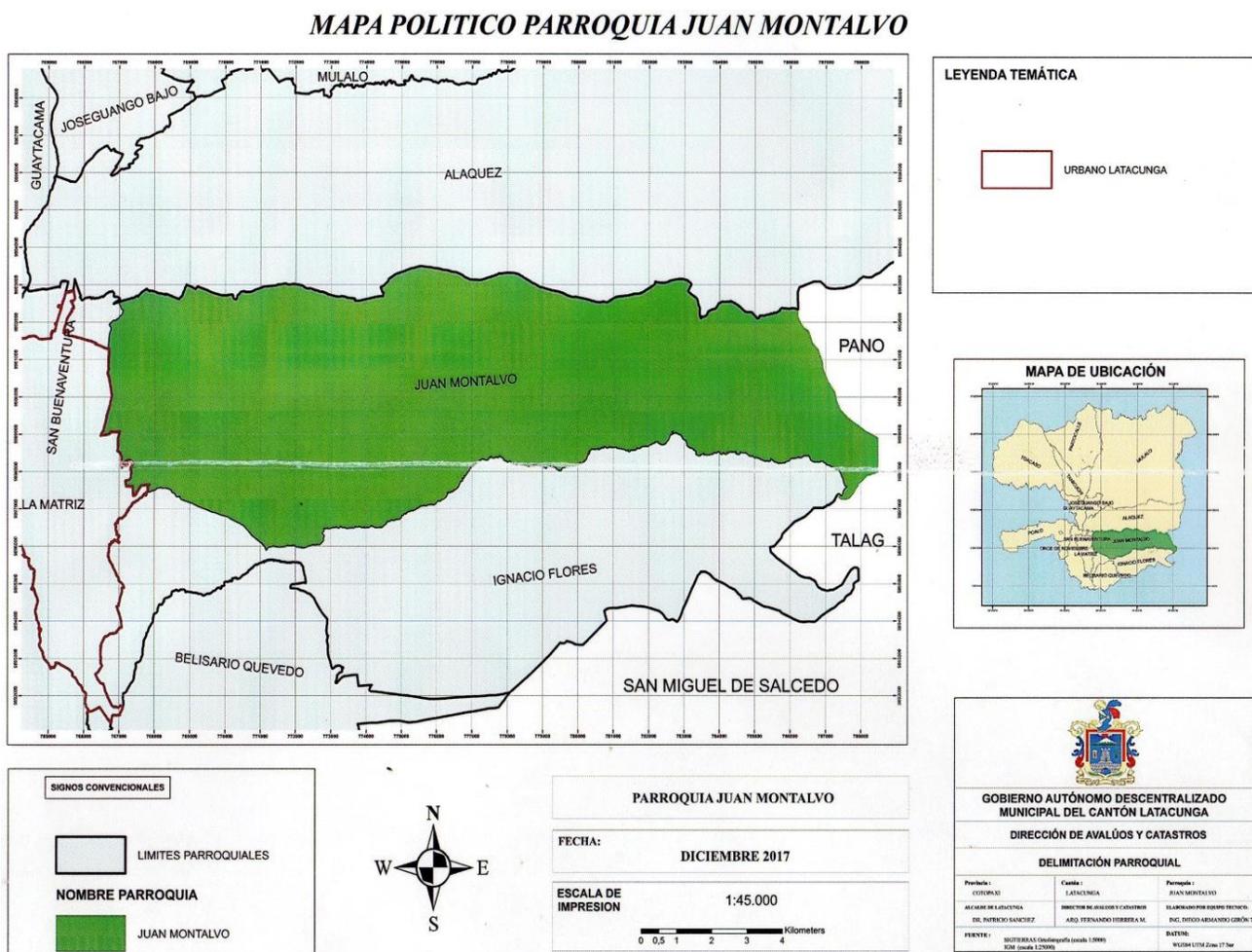
Las emisiones atmosféricas producidas por ladrilleras artesanales no se encuentran dentro de los parámetros establecidos en base al Texto Unificado de Legislación Ambiental.

## 9 METODOLOGÍAS (MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)

### 9.1 ÁREA DE ESTUDIO

Para determinar el nivel de concentraciones de gases contaminantes se realizó una georreferenciación que permitió obtener la ubicación de las chimeneas en la parroquia Juan Montalvo del Cantón Latacunga.

**Imagen 1.-** Mapa de Ubicación de la zona de estudio de la Parroquia Juan Montalvo.



**Elaborado:** Ing. Diego Armando Girón

## 9.2 Numero de hornos en ladrilleras artesanales.

En la Parroquia Juan Montalvo existen tres hornos artesanales los cuales con el protocolo de muestreo se ejecutó la medición de las emisiones de gases.

## 9.3 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.

En los cuales se detalla el siguiente protocolo:

### 9.3.1 Número de puertos de muestreo de medición en 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.-** Para una chimenea de sección rectangular, se define mediante la siguiente expresión:

$$De = \frac{2 \cdot L \cdot A}{L + A}$$

**De:** diámetro equivalente,

**L:** Longitud

**A:** Anchura

Tanto L como A deben medirse en la sección interior de la chimenea, en contacto efectivo con la corriente de gases.

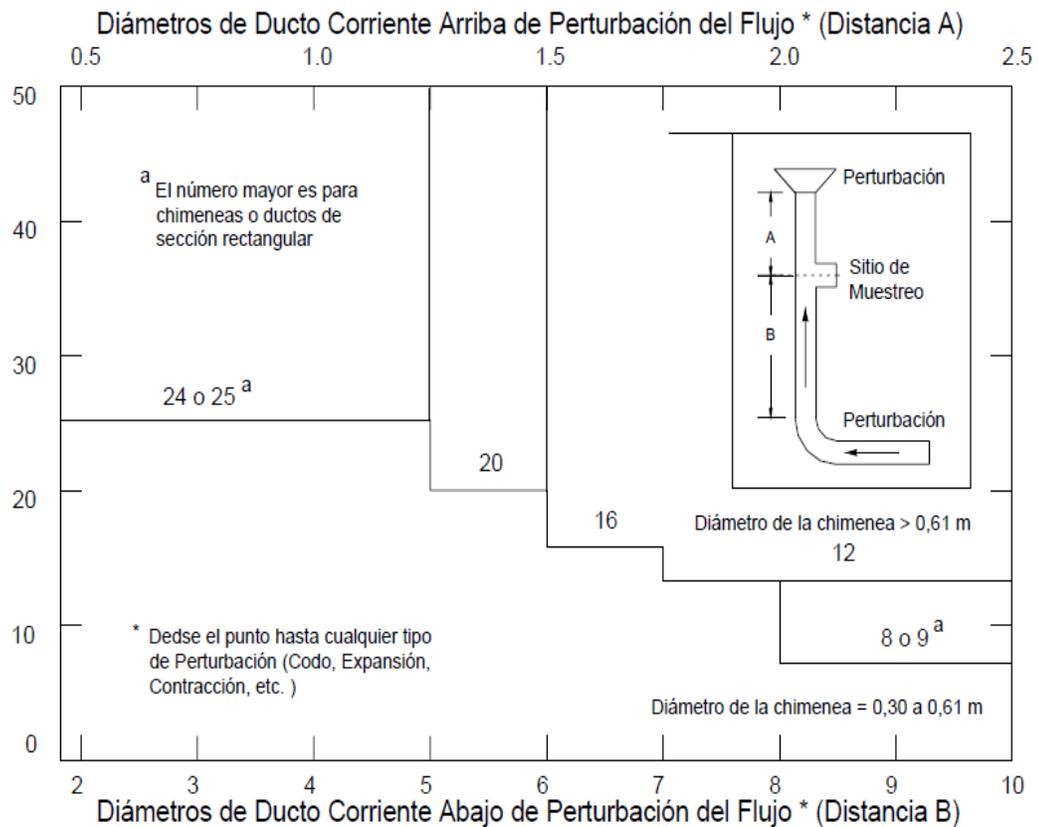
**9.3.2 Ubicación de puertos de muestreo**

Para los puertos de muestreo se colocaron en base al diámetro equivalente del conducto con una perturbación al flujo normal de gases de combustión, teniendo en cuenta que el tipo de chimenea es rectangular. Se entiende por perturbación a cualquier codo, contracción o expansión que posee la chimenea o conducto.

**9.3.3 Número de puntos de medición.**

En el monitoreo se aplicó 20 y 25 puntos de mediciones, siendo los hornos de diferentes dimensiones.

**Grafico 1.- Ubicación y números de los puntos de medición**



**Fuente:** TULSMA.

### 9.3.4 Distribución de puntos para chimenea o conductos de sección rectangular

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

**Tabla 5.- Distribución de puntos de medición para una chimenea o conducto de sección rectangular**

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

**Fuente:** TULSMA

## 9.4 CONVERSIÓN DE CIFRAS DE CONCENTRACIÓN

Una lectura real (estado 1) se convierte a condiciones normales (estado 2) usando la fórmula:

**Ecuación 3.-** Conversión a condiciones normales

$$c2 = c1 * \frac{T1 * p2}{T2 * p1}$$

**Las variables usadas en la fórmula significan lo siguiente:**

Condición 1: Condición de medición T1: Temperatura del gas a la medición (273 + temperatura real en °C)

p1: Presión de gas a la medición en hPa

c1: Concentración medida

Condición 2: Condición normal T2: Temperatura normal (= 273 K)

p2: Presión normal (= 1013 hPa)

c2: Concentración convertida a condiciones normales

## **9.5 PARA LA COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.**

Los datos obtenidos en la corrección son los valores a ser comparados con la normativa aplicable en esta investigación se utilizó el “Texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente” (TULSMA). Libro VI, Anexo 3. Tabla 1: límites máximos permisibles de concentraciones de emisión al aire para fuentes fijas de combustión, incluidas fuentes de combustión abierta ( $\text{mg}/\text{nm}^3$ ) expedida en febrero del 2015.

## **9.6 Equipos**

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

## **9.7 Instrumentos**

- GPS
- Cámara fotográfica.

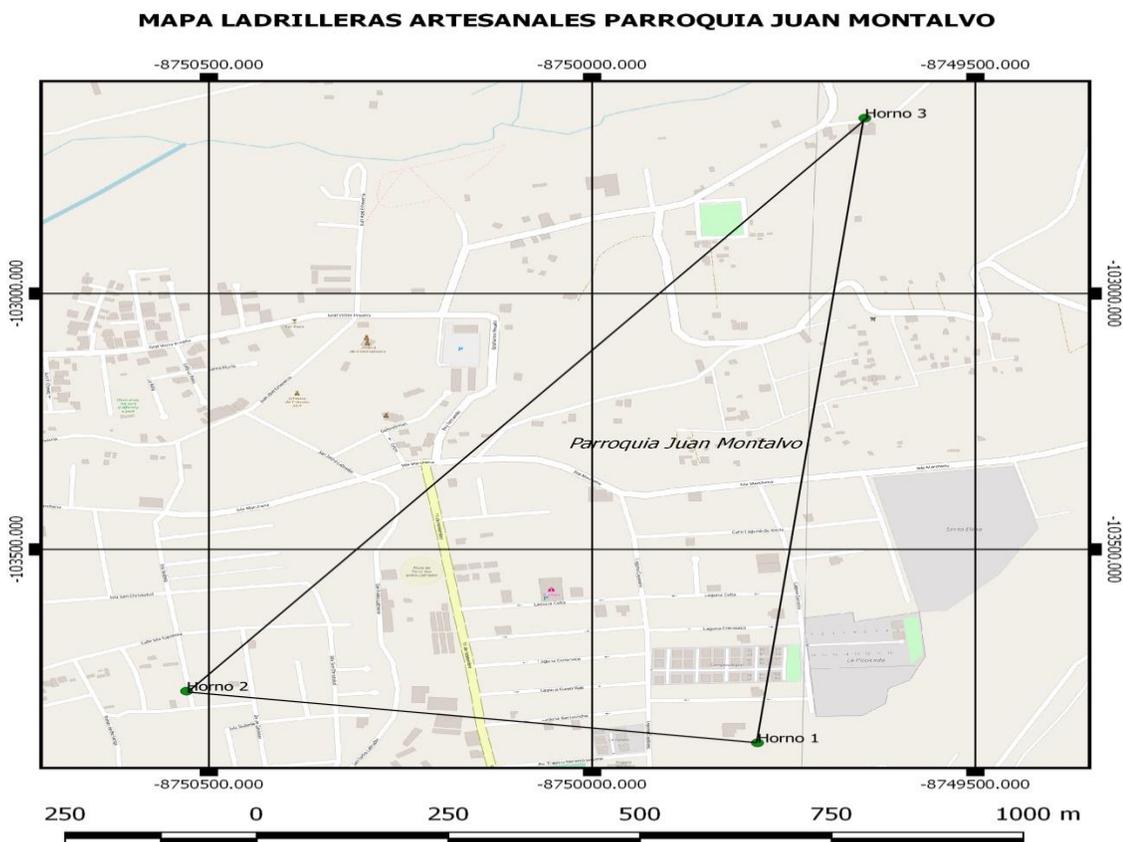
## **9.8 Materiales**

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

## 10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 10.1 Área de Estudio de las Fuentes Fijas Monitoreadas.

**Imagen 2.-** Georreferenciación de las fuentes fijas monitoreadas.



**ESCALA: 1:8.000**

PUNTOS	COORDENADA	COORDENA_1	DESCRIPCIO
Horno 1	767031	9896772	SR. CARLOS CHICAIZA
Horno 2	766286	9896873	SR. PEDRO SIMBA
Horno 3	767172	9897985	SR. PATRICIO TOALO



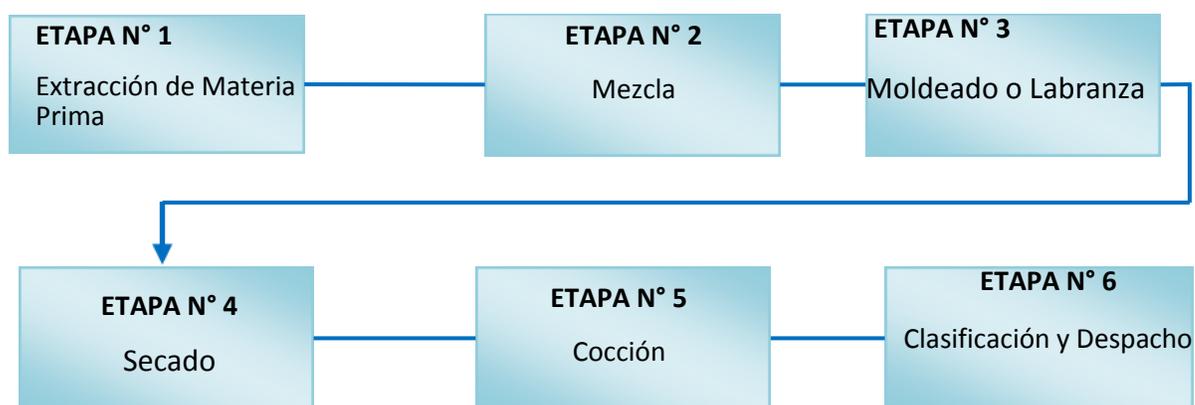
**Elaborado:** Alex Calvopiña

En el mapa se observa la ubicación de los hornos monitoreados, los cuales están representados con la palabra horno, por lo que se puede 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 rectangular, el combustible utilizado y capacidad de producción de 8500 ladrillos aproximadamente.

El combustible utilizado en ladrilleras artesanales es la madera (biomasa), la cual se utiliza para la cocción de materia prima en cantidades de 10 m<sup>3</sup> en 8500 ladrillos. La materia prima utilizada para la producción es el aserrín, tierra negra y arena.

**Gráfico 2.- Proceso producción de ladrillos**

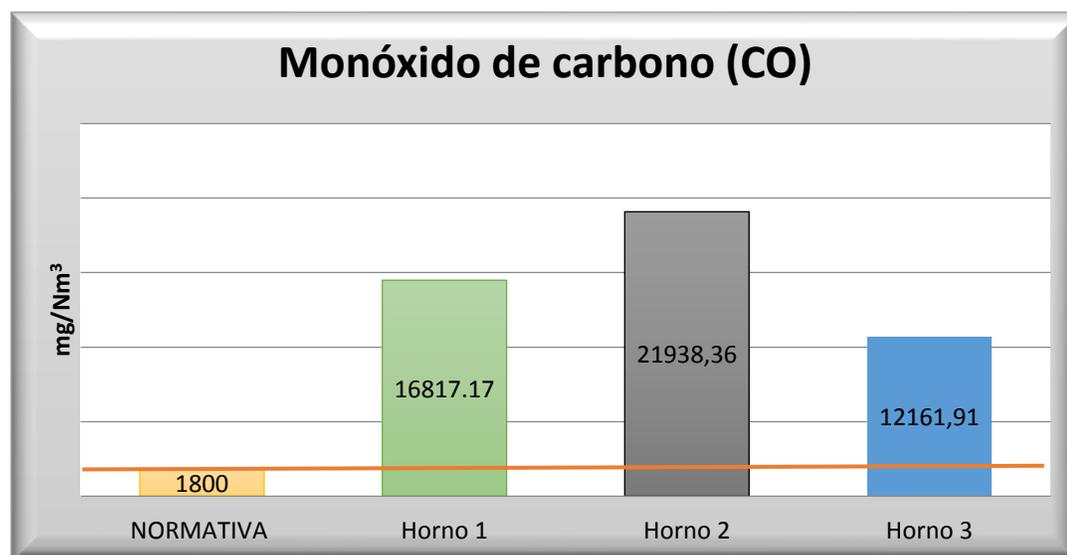


**Elaborado:** Alex Calvopiña

## 10.2 Resultado y Análisis de los Contaminantes Identificados

Una vez realizado el monitoreo de gases se toma en cuenta el año de funcionamiento de las ladrilleras artesanales siendo 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



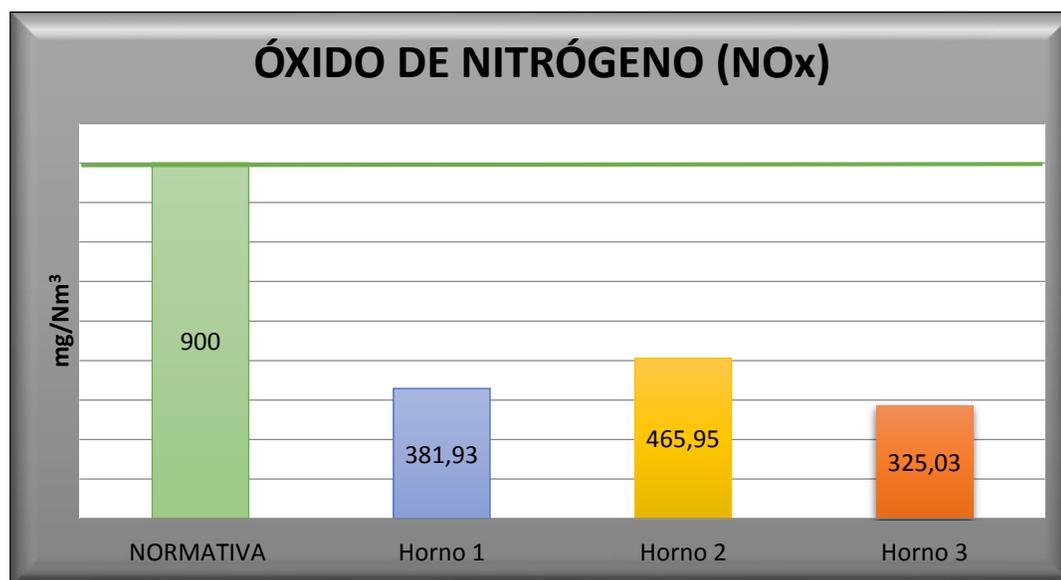
**Imagen 3.-** Emisión de Monóxido de carbono (CO) y comparación con la normativa.

En la imagen se observa que los 3 hornos de ladrilleras artesanales sobrepasan los parámetros Monóxido de Carbono (CO), siendo  $1800 \text{ mg/m}^3$  el rango estipulado según el Anexo 3, Tabla 1 del Texto Unificado de Legislación Ambiental.

La causa que el parámetro representado en la imagen sobre pase los límites permisibles son el diseño de los hornos por lo cual no se obtiene una combustión completa debido a que no poseen conductos de aireación suficientes y es por ello que se emanan grandes cantidades de humo que contienen Monóxido de carbono (CO).

La cocción de los ladrillos con el combustible: leña de eucalipto y aserrín, genera monóxido de carbono debido a la ineficiencia del combustible teniendo cantidades de humedad entre del 40 - 50%.

### 10.2.2 ÓXIDO DE NITRÓGENO (NO<sub>x</sub>)



**Imagen 4.-** Emisión de Óxido de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y comparación con la normativa.

En la imagen se observa que los 3 hornos de ladrilleras artesanales se encuentran dentro de los parámetros Óxido De Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), siendo 900 mg/Nm<sup>3</sup> el rango estipulado según el Anexo 3, Tabla 1 del Texto Unificado de Legislación Ambiental.

El motivo de no generar óxidos de nitrógeno en los hornos se debe 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**

El objetivo de la propuesta es la contribución a reducir las emisiones de gases contaminantes que son provocadas por el diseño inadecuado del horno y el manejo inadecuado de combustible el cual está generando cantidades de monóxido de carbono que exceden los límites permisibles del TULSMA.

Se propone el horno tiro invertido debido a que se encuentra dentro del proyecto de eficiencia energética en ladrilleras artesanales de América Latina, EELA, que tiene como objetivo el contribuir a mitigar el cambio climático a través de la reducción de gases de efecto invernadero en ladrilleras artesanales y mejorar la calidad de vida de los ladrilleros.

Teniendo en cuenta que un horno de tiro invertido para la quema de ladrillos se construyó en el sector de Racar, provincia del Azuay, como piloto demostrativo para el sector ladrillero.

### **11.2 Objetivos**

#### **11.2.1 Objetivo general**

- Implementar estrategias de mitigación en ladrilleras artesanales de la Parroquia Juan Montalvo para la disminución de los contaminantes atmosféricos.

#### **11.2.2 Objetivos específicos**

- ✓ Proponer un nuevo modelo de horno para disminuir los contaminantes atmosféricos en ladrilleras artesanales.

- ✓ Crear un modelo de secador solar de leña.
- ✓ Obtener una buena eficiencia energética del combustible

### **11.3 Estrategia 1 Diseño de un Horno**

#### **11.3.1 Descripción y operación**

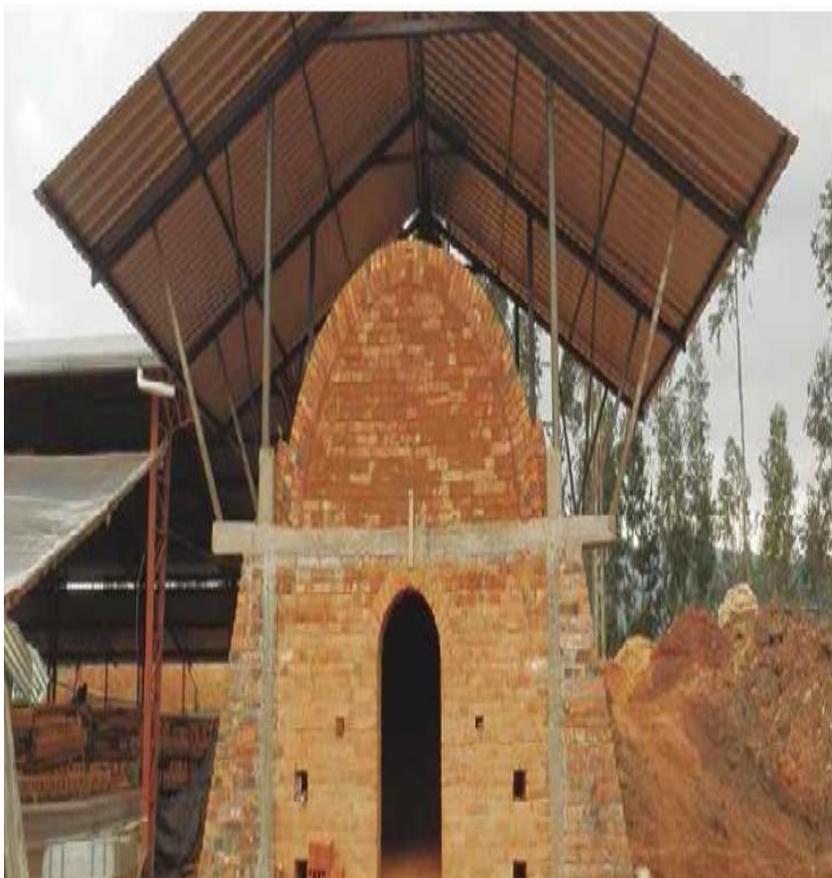
Según el manual de Eficiencia Energética en Ladrilleras 2015: El horno de tiro invertido es más eficiente y tiene mejor distribución del calor dentro del horno. Como resultado, la calidad de los productos también mejora. Además el horno de tiro invertido cumple con los límites de emisión de gases (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y CO).

El principio operativo consiste en el tiro invertido o llama ascendente. La combustión se inicia en las zonas frontales, posteriores y laterales del horno (EEAL, 2015).

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 ladrillos 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. Los gases 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 (EEAL, 2015).

**Grafico 3.-** Horno de tiro invertido



**Fuente** EEAL. 2015

### 11.3.2 Características

- **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%

### 11.3.3 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.

### 11.3.4 Costos

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).

### **11.3.5 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.

### **11.3.6 Desventajas**

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

## **11.4 Estrategia 2. Secador de leña.**

### **11.4.1 Descripción**

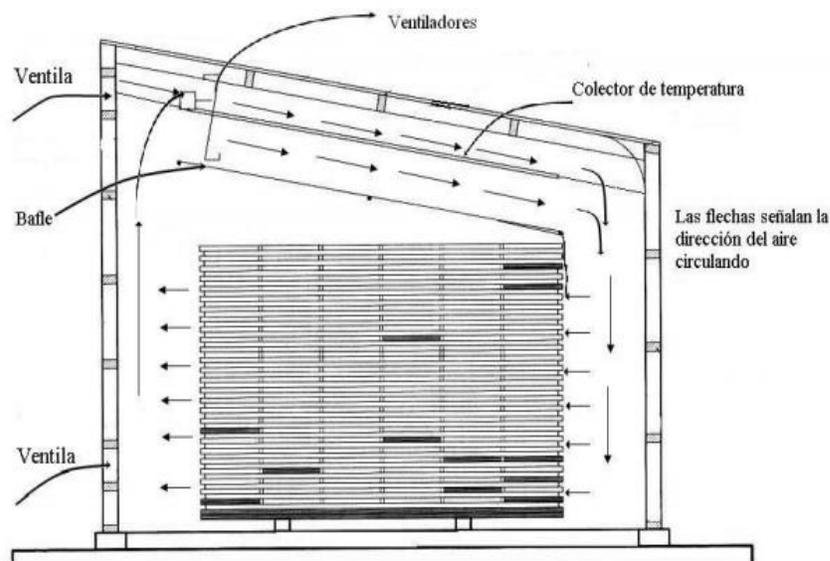
Según Centro de Investigación en Integración Bosque Industria (CIIBI), nos dice que las secadoras solares son cámaras que tienen la capacidad de almacenar el calor que es generado por

la incidencia de los rayos solares sobre un colector de temperatura. La idea es que el calor que se genera sea útil en el proceso de secado de la madera.

### 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.

**Grafico 4.-** Diseño del secador solar de madera.



**Fuente** CIIBI, 2008

### **11.4.3 Principio**

Un techo transparente de plástico o vidrio permite el paso de los rayos solares a una superficie negra y de esta manera generar una corriente de aire sobre el colector solar para ser calentado, el aire caliente es transportado hasta el área de secado forzándolo a pasar a través de la madera apilada (ICAITI, 1988).

### **11.4.4 Capacidad**

Una unidad de secador de 10 m<sup>2</sup> 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**

Según el Centro de Investigación Regional Golfo Centro Campo Experimental San Martinito manifiesta que los secadores solares requieren de una inversión baja y su operación es relativamente fácil; utilizan como fuente de energía la radiación solar, lo que los hace altamente rentables. El proceso se desarrolla adecuadamente bajo condiciones semi-controladas y se obtiene madera seca de calidad aceptable, en menor tiempo que en el secado al aire libre y menor costo en comparación con los secadores convencionales

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 Descripción**

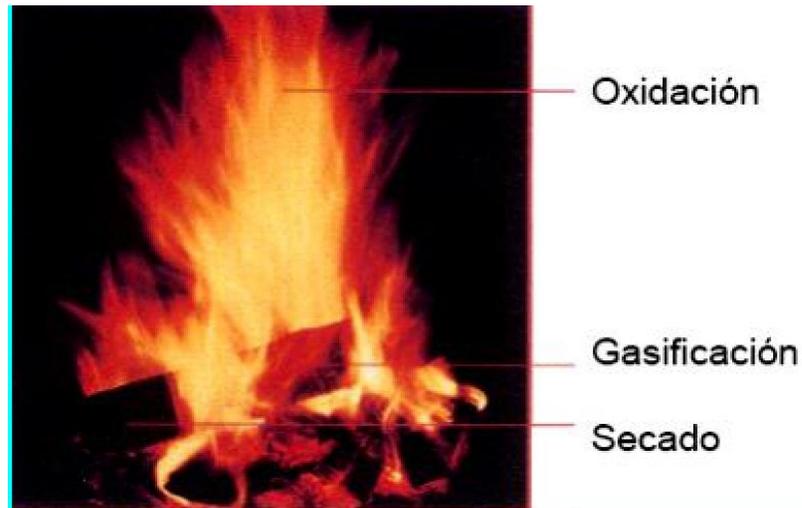
Reducción del consumo energético para lograr los mismos productos o servicios empleando la menor cantidad de energía posible, alcanzando los mayores beneficios en su uso final, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible con un menor impacto al medio ambiente (Gomezcoello J, & Jaya, 2012).

### **11.5.2 Biomasa**

La leña de eucalipto que se obtiene como subproducto de los procesos de aserrado de los bosques y en muchos de los casos también se usa residuos de madera de las construcciones (Gomezcoello J, & Jaya, 2012).

Se utiliza en término medio entre seca y verde, son traídas desde lugares cercanos a los hornos 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).

**Grafico 5.-** Reacción de la combustión de la leña



**Fuente:** Universidad de Concepción, 2002

### 11.5.3 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%.

### 11.5.4 Aspecto

Gomezcoello J, & Jaya nos dice que en función de cómo se realice la combustión, la calidad y el tamaño de la leña, son factores muy importantes en la emisión contaminantes.

- Las propiedades de la leña y las condiciones de la hoguera, deben adaptarse mutuamente.
- Al hacer el encendido por la parte superior reduce considerablemente las emisiones en esta fase.
- Para asegurar un nivel bajo de emisiones, se deben usar troncos secos y pequeños durante un periodo de encendido suficiente (por lo menos 30 minutos).
- Para encender el fuego se recomienda usar solamente troncos de leña seca (humedad > 10%).

## **12 IMPACTOS**

### **12.1 Ambiental**

Al determinar el nivel de contaminantes emitidos al ambiente con las emisiones de gases que se generan de ladrilleras artesanales, las habitantes de la Parroquia Juan Montalvo dispondrán del conocimiento necesario de las concentraciones de contaminantes que se emiten por dichas fuentes fijas existentes en la zona de estudio.

Los impactos que se generan en la actividad de quema de ladrillo son la mala calidad del aire, debido a las emisiones contaminantes que emanan los hornos en la etapa de cocción la cual causa efectos directos e indirectos tanto a la salud humana como la flora, fauna, los cuerpos de agua, y contribuyen al cambio climático. Con los hornos monitoreados se toma acciones correctivas en las fuentes generadoras de contaminantes para reducir la cantidad de emisiones, y de esta mantener cumplir con los estándares permisibles, conservando la calidad de aire en el área y previniendo elevadas tasas de contaminación atmosférica

## **12.2 Social**

La contaminación al aire genera alteraciones en la salud de las personas como los problemas respiratorios, asma, 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 Juan Montalvo. Su relevancia social radica en el aporte de datos los cuales al ser analizados servirán como base para establecer un seguimiento periódico y toma de decisiones para cuidar la calidad del aire y la salud de la población.

## **12.3 Económico**

De manera directa obtienen el beneficio económico los dueños de las ladrilleras artesanales, generando un ahorro en los costos de producción y a la vez evitar ser sancionados por entes reguladores 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 \$
<b>Equipos</b>				
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
GPS (alquiler)	30 horas	1	5,00	5,00
<b>Materiales</b>				
Flexómetro	1	1	25,00	25,00
<b>Salida de campo</b>				
Transporte y alimentación	10	1	6,00	60,00
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
<b>Equipo de Protección Personal</b>				
Casco	1	1	15,00	15,00
Zapatos (punta de acero)	1	1	100,00	100,00
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
Arnés	1	1	150,00	150,00
Escalera	1	1	20,00	20,00
<b>Sub Total</b>				<b>1448,35</b>
<b>10%</b>				<b>144,83</b>
<b>TOTAL</b>				<b>1593,18</b>

## 14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 14.1 Conclusiones

- Los monitoreos se llevaron a cabo en las ladrilleras artesanales ubicadas en la Parroquia Juan Montalvo, teniendo en común el material de combustión que se utiliza y el mismo tipo de ducto rectangular.
- Se dan altas emisiones en concentraciones de gases debido al diseño del horno ya que se produce una combustión incompleta y hay un mal manejo de biomasa la cual contiene humedad entre el 40-50% y la humedad ideal es del 10% para obtener una buena eficiencia energética en el combustible.
- Los gases monitoreados fueron CO, NO<sub>x</sub>, teniendo como resultado una emanación superior de CO por parte de las tres fuentes fijas monitoreadas superando la normativa del TULSMA Libro VI, anexo 3 tabla 1, que estipula un límite máximo de 1800 mg/Nm<sup>3</sup> CO, en el monitoreo se registraron valores de concentración de 21938,36 mg/Nm<sup>3</sup> CO, sobrepasando el límite permisible e incumpliendo la normativa
- La emanación del contaminante atmosféricos NO<sub>x</sub> en ladrilleras artesanales, no superan los límites máximos permisibles estipulados en el TULSMA Libro VI, anexo 3 tabla 1, teniendo valores 465,95 mg/Nm<sup>3</sup> menores a 900 mg/Nm<sup>3</sup>.

## 14.2 Recomendaciones

- Se debe utilizar los equipos de protección personal establecidos por la normativa, para la ejecución del monitoreo.
- Adecuación de las chimeneas para cumplir los monitoreos requeridos de los diferentes gases contaminantes en ladrilleras artesanales (mínimo cinco puntos de muestreo transversales, escaleras y plataformas para facilitar el proceso de monitoreo).
- Implementar controles periódicos por parte de entidades competentes en las fuentes fijas ubicadas en la Parroquia Juan Montalvo y de esta manera 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.
- Los dueños de las ladrilleras artesanales permitan realizar los monitoreos respetivos, teniendo en cuenta que el fin del estudio es netamente académico.

## 15 BIBLIOGRAFÍA

1. Bolívar, F. (Ed.). (2004). Fundamentos y casos exitosos de biotecnología moderna. México. D.F
2. Centro de Investigación en Integración Bosque Industria. (2008). Diseño Y Construcción De Un Secador Solar Para Madera: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
3. Cerdá, E. (2012). La biomasa en España: una fuente de energía renovable con gran futuro. Documento de trabajo DT, 1.
4. Chávez, C., & Ponce, R. (2005). Costos de cumplimiento de un sistema de permisos de emisión: Aplicación a fuentes fijas en Talcahuano, Chile. *El Trimestre Económico*, 847-876.
5. Díaz, J. (2011). Programas de Seguridad, Salud del Trabajo - Medicina Ocupacional. 1ª. Edición, Editorial: México: Alfaomega Grupo Editor. 26 p. ISBN: 978-607-707-233-1
6. 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”
7. EPA, (2010). Título 40: Protección del ambiente, parte 53 - Métodos de referencia y equivalentes para vigilancia de la calidad del aire. Recuperado el 13 de agosto de 2010 de [http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr53\\_main\\_02.tpl](http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr53_main_02.tpl)
8. Ferrera, R. G. (2005). *Estufas chimeneas y barbacoas*. (J. D. Varrera, Ed.) Barcelona, España: Ceacs
9. García G & Pañi L, 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, Cuenca.
10. Gomezcoello J, & Jaya, 2012. Análisis Comparativo De La Contaminación Atmosférica Producida Por La Combustión En Ladrilleras Artesanales Utilizando Tres Tipos De Combustibles, Cuenca, Enero del 2012.

11. ICAC, 2000. Institute of Clean Air Companies. “Optimizing SCR Reactor Design for Future Operating Flexibility”. Washington, D.C. 2000. Recuperado de <https://www3.epa.gov/ttnecatc1/dir1/fscr.pdf>
12. 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>.
13. Centro de Investigación Regional Golfo Centro Campo Experimental San Martinito, 2014. Secado solar de madera. México-Puebla
14. 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 Politècnica València
15. Manahan, S. E. (2006). *Introducción a la química ambiental*. Reverté.
16. Manual del testo 350 (2008). Global instrumental, disponible en [https://www.testo.com.ar/resources/media/global\\_media/produkte/testo\\_350/Testo\\_350\\_-\\_Manual.pdf](https://www.testo.com.ar/resources/media/global_media/produkte/testo_350/Testo_350_-_Manual.pdf)
17. Martínez, R (2005). Consideraciones acerca del diseño de chimeneas.
18. Mejía, B. F. (2011). Implicaciones ambientales del uso de leña como combustible doméstico en la zona rural de Usme. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
19. Miller, G. (2007). Ciencia ambiental: Un enfoque integral. México, D.F.: Thomson
20. Ministerio del Ambiente. (2010). Plan nacional de Calidad de Aire. Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, COSUDE y del Ministerio del Ambiente MAE, Quito.
21. Ministerio del Ambiente. Libro VI TULSMA Anexo III. Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas. Ecuador.
22. Ministerio del Ambiente. Libro VI TULSMA Anexo IV. Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión
23. Ministerio del Ambiente. Acuerdo ministerial 028. Última reforma TULSMA. Publicada en El Registro Oficial N° 270, del 13 de febrero del 2015. Ecuador.
24. 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.

25. 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.
26. OMS, (2004). Guías para la calidad del aire. Recuperado el 10 de mayo de 2009 de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsci/fulltext/guiasaire.pdf>.
27. OMS, (2016). Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. Recuperado el 09 de noviembre de 2016 de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>
28. Orozco, C., Serrano, A., Delgado, M., Rodríguez, F., Alfayate, J. (2003). Contaminación ambiental: Una visión desde la química. Madrid: Ediciones Paraninfo, SA.
29. Oyarzún, M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias. doi:10.4067/S0717-73482010000100004
30. Páez, C. (2007). Diagnóstico de la gestión de la calidad del aire en el Ecuador para la definición de políticas y estrategias. Fundación Natura y Ministerio del Ambiente. Quito, Ecuador.
31. Proyecto QualityWood – EIE/06/178/SI2.444403 “Quality Wood”, dentro el Programa “Energía Inteligente para Europa”,2009. <http://efikosnews.com/proyecto-quality-wood-mejorar-la-calidad-de-la-lena-y-su-uso-respetuoso-con-el-medioambiente/>
32. Real Academia Española. 23.<sup>a</sup> edición. Madrid: Espasa Libros, S. L. U., 2014. Edición en cartón, un volumen, formato: 17,5 x 26 cm.
33. ROBUSTÉ, Eloy. Técnica y práctica de la Industria Ladrillera II. Editorial: CEAC. Barcelona, 1963.
34. Van Wylen, G. J.; Sonntag, R. E. & Obregón, X. C. (1967). Fundamentos de termodinámica. México: Limusa-Wiley.
35. Vatauvuk, W (1999). Campanas Ductos y Chimeneas. Estados Unidos: US EPA
36. Yarke, E. (2005). Ventilación natural en edificios. Nobuko. [http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/tecnicas\\_instrumentos.html](http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/tecnicas_instrumentos.html)

## 16 ANEXOS

### 16.1 Anexo 1. Aval de traducción



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

#### AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de docente del idioma inglés del centro cultural de idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: la traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma inglés presentado por el Sr. Egresado de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, **Calvopiña Tapia Alex Ruben** cuyo título versa, “**Determinación de los contaminantes atmosféricos emitidos en ladrilleras artesanales en la Parroquia Juan Montalvo, Cantón Latacunga, 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, febrero 2018

Atentamente,

**Lic. Edison Marcelo Pacheco Pruna**

**C.C. 050261735-0**

**DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS**

## 16.2 Anexo 2. Hoja de vida Tutor



## 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

### 16.3 Anexo 3. Hoja de vida

#### DATOS PERSONALES

**APELLIDOS:** CALVOPIÑA TAPIA  
**NOMBRES:** ALEX RUBEN  
**ESTADO CIVIL:** SOLTERO  
**CEDULA DE IDENTIDAD:** 050253623-8  
**INSTRUCCIÓN:** SUPERIOR  
**DIRECCION DOMICILIARIA:** SECTOR LOCOA, CALLE LAGUNA GARZACOCHA  
**TELEFONO:** 032233293  
**CELULAR:** 0995491994  
**EMAIL:** alexcal\_94@hotmail.com



#### ESTUDIOS REALIZADOS

**PRIMARIA:** ESCUELA FISCAL "DR ISIDRO AYORA"  
**SECUNDARIA:** COLEGIO NACIONAL "PRIMERO DE ABRIL"  
**SUPERIOR:** UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

#### CAPACITACIÓN

- SEMINARIO DE CAPACITACION EN CALIDAD AMBIENTAL (20 horas)
- III CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL, FORESTAL (40 horas)
- RECONOCIMIENTO A LA GESTIÓN AMBIENTAL INSTITUCIONAL (10 horas)
- SEMINARIO CULTURAL, PATRIMONIO Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL (16 horas)

## 16.4 Anexo 4. Normativa TULSMA

**Tabla 6.- Límites máximos permisibles de concentraciones de emisión al aire para fuentes fijas de combustión, incluidas fuentes de combustión abierta (mg/nm<sup>3</sup>)**

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

### 16.5 Anexo 5. Fichas de los datos generales de los hornos

**Tabla 7.- Ficha del horno 1**

<b>HORNO 1</b>			
Nombre de la empresa:	<b>Horno de ladrillera artesanal</b>		
Dirección:	<b>Parroquia Juan Montalvo</b>		
Nombre de la persona encargada	<b>Sr. Carlos Chicaiza</b>		
Fecha			
Actividad principal	<b>Producción de ladrillos</b>		
<b>FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA</b>			
Lunes a viernes	Lunes a Sábados	Todos los días	Ciertos días
			<b>X</b>
<b>PRODUCCIÓN</b>			
Continua		Discontinua	
		<b>X</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>			
Tipo de combustible	<b>Madera</b>		
Número de horas que funciona el horno/caldero	<b>96 horas diarias (4 días de producción) con reposo de 30 días dependiendo de la producción</b>		
Horario de funcionamiento del horno	Días semanales	<b>4</b>	
	Horas semanales	<b>96</b>	
<b>DATOS DE LA CHIMENEA</b>			
Circular		Altura	
		Diámetro	
Rectangular	<b>X</b>	Ancho	<b>4.80 m</b>
		Largo	<b>5.20 m</b>
<b>DATOS DEL HORNO</b>			
Año de Fabricación del horno	<b>1997</b>	Tiempo de duración del horno	<b>30 años</b>
Tipo de horno	<b>Manuales.</b>		

Tabla 8.- Ficha del horno 2

<b>HORNO 2</b>			
Nombre de la empresa:	<b>Horno de ladrillera artesanal</b>		
Dirección:	<b>Parroquia Juan Montalvo</b>		
Nombre de la persona encargada	<b>Sr. Pedro Simba</b>		
Fecha			
Actividad principal	<b>Producción de ladrillos</b>		
<b>FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA</b>			
Lunes a viernes	Lunes a Sábados	Todos los días	Ciertos días
			<b>X</b>
<b>PRODUCCIÓN</b>			
Continua		Discontinua	
		<b>X</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>			
Tipo de combustible	<b>Madera</b>		
Número de horas que funciona el horno/caldero	<b>72 horas diarias (3 días de producción) con reposo de 30 días dependiendo de la producción</b>		
Horario de funcionamiento del horno	Días semanales	<b>3</b>	
	Horas semanales	<b>72</b>	
<b>DATOS DE LA CHIMENEA</b>			
Circular		Altura	
		Diámetro	
Rectangular	<b>X</b>	Ancho	<b>4 m</b>
		Largo	<b>5 m</b>
<b>DATOS DEL HORNO</b>			
Año de Fabricación del horno	<b>1997</b>	Tiempo de duración del horno	<b>30 años</b>
Tipo de horno	Manuales.		

Tabla 9.- Ficha del horno 3

<b>HORNO 3</b>			
Nombre de la empresa:	<b>Horno de ladrillera artesanal</b>		
Dirección:	<b>Parroquia Juan Montalvo</b>		
Nombre de la persona encargada	<b>Sr. Patricio Toalo</b>		
Fecha			
Actividad principal	<b>Producción de ladrillos</b>		
<b>FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA</b>			
Lunes a viernes	Lunes a Sábados	Todos los días	Ciertos días
			<b>X</b>
<b>PRODUCCIÓN</b>			
Continua		Discontinua	
		<b>X</b>	
<b>MATERIA PRIMA</b>			
Tipo de combustible	<b>Madera</b>		
Número de horas que funciona el horno/caldero	<b>96 horas diarias 4 días de producción con reposo de 30 días dependiendo de la producción</b>		
Horario de funcionamiento del horno	Días semanales	<b>4</b>	
	Horas semanales	<b>96</b>	
<b>DATOS DE LA CHIMENEA</b>			
Circular		Altura	
		Diámetro	
Rectangular	<b>X</b>	Ancho	<b>4 m</b>
		Largo	<b>5 m</b>
<b>DATOS DEL HORNO</b>			
Año de Fabricación del horno	<b>1995</b>	Tiempo de duración del horno	<b>30 años</b>
Tipo de horno	Manuales.		

16.6 Anexo 6. Promedios Monitoreos Realizados

Tabla 10.- Datos Horno 1, Sr. Carlos Chicaiza

Muestras	Contaminantes	Unidades	DATOS DE LOS MONITOREOS REALIZADOS HORNO 1 SR CARLOS CHICAIZA																									Promedios
			PT 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5	PT 6	PT 7	PT 8	PT 9	PT 10	PT 11	PT 12	PT 13	PT 14	PT 15	PT 16	PT 17	PT 18	PT 19	PT 20	PT 21	PT 22	PT 23	PT 24	PT 25	
1	O2	%	19,24	18,04	17,83	16,52	17,26	17,03	16,96	16,53	17,5	16,26	18,05	17,44	16,66	17,36	17,15	16,95	17,01	14,31	16,91	17,4	18,07	17,16	16,6	17,72	18,18	17,16
2	O2	%	19,35	17,65	17,38	16,29	17,27	17,01	16,62	16,59	17,58	16,31	18	17,23	16,83	17,46	16,74	16,53	17,01	14,53	17	17,34	17,94	16,77	16,67	18,35	17,64	
3	O2	%	19,34	17,76	17,04	16,61	17,31	17,19	16,16	16,93	17,28	16,87	18,03	16,63	17,18	17,5	16,68	16,38	17,03	15,99	16,86	17,26	17,94	16,52	16,65	18,47	17,64	
4	O2	%	19,26	18,08	17,19	16,91	17,34	16,97	16,1	17,24	16,78	17,72	18,02	16,29	17,51	17,46	16,99	16,06	15,1	15,99	16,81	17,6	17,56	16,37	16,8	18,47	17,48	
5	O2	%	18,8	18,06	17,08	17,1	17,25	16,94	16,45	17,35	16,45	18,1	17,62	16,42	17,5	17,42	17,25	16,39	15,1	16,49	17,05	17,59	17,39	16,43	17,16	18,38	17,65	
1	CO	mg/m <sup>3</sup>	30827	17406	21746	19040	13001	4665	20801	14247	7585	3585	19305	19497	19224	13187	4862	8369	20177	13075	10928	4635	8660	14830	20317	25008	13550	14.482,93
2	CO	mg/m <sup>3</sup>	32662	16397	20024	17275	10938	3767	19479	12421	6368	5565	21040	19138	19155	11392	3621	9865	21411	12420	9307	3784	10058	15162	21596	27437	9475	
3	CO	mg/m <sup>3</sup>	31802	18307	19452	16972	9167	18879	17615	11392	4779	11047	21231	17379	19159	9575	3370	11794	22481	14318	7397	3203	12033	15963	22156	24865	7924	
4	CO	mg/m <sup>3</sup>	29442	21622	21425	16135	7615	18847	16557	10344	3421	13954	21786	17013	18674	7806	4602	13140	15509	12435	5982	3914	12608	16933	22684	21233	6323	
5	CO	mg/m <sup>3</sup>	22948	22498	21696	14652	6076	19775	14011	7265	2812	17991	19756	18165	16139	6350	6725	16021	15513	11784	5189	5723	13869	18456	23466	17341	5597	
1	CO2	%	1,09	1,98	2,08	2,99	2,56	2,82	2,67	3,05	2,45	3,39	1,95	2,36	2,89	2,49	2,73	2,84	2,65	4,61	2,83	2,56	2,04	2,61	2,91	2,12	1,92	2,61856
2	CO2	%	1,01	2,26	2,4	3,17	2,58	2,85	2,92	3,03	2,41	3,33	1,97	2,51	2,78	2,44	3,05	3,11	2,63	4,47	2,78	2,57	2,12	2,87	2,86	1,68	2,34	
3	CO2	%	1,02	2,16	2,63	2,96	2,57	2,54	3,25	2,81	2,64	2,86	1,55	2,94	2,54	2,43	3,1	3,19	2,6	3,42	2,91	2,68	2,1	3,03	2,88	1,63	2,35	
4	CO2	%	1,09	1,91	2,51	2,76	2,57	2,69	3,27	2,6	3,02	2,23	1,95	3,17	2,32	2,48	2,86	3,39	4,1	3,45	2,97	2,6	2,36	3,12	2,75	1,66	2,48	
5	CO2	%	1,42	1,92	2,58	2,65	2,65	2,99	3,1	2,56	3,27	1,94	2,24	3,07	2,36	2,52	2,64	3,12	4,01	3,11	2,8	2,41	2,46	3,06	2,5	1,75	2,36	
1	NOx	mg/m <sup>3</sup>	668,3	379,3	353,5	249,2	309,2	300,4	249	233,1	309,4	235,5	393,8	325,3	265,8	317,9	310	294,2	307,9	188,4	318,6	362,5	460,6	340,1	296,4	410,6	465,4	328,9224
2	NOx	mg/m <sup>3</sup>	713,3	334	309,1	236,9	320,1	299,1	229,5	236,3	316,8	237,7	374,8	306,8	277	337,6	279,4	266,5	307,9	194,7	326,3	362,7	427,7	307,9	309,2	510	388,8	
3	NOx	mg/m <sup>3</sup>	709,1	345,6	282,3	263	323,3	254,3	207,5	256,1	291	270,3	378,2	264,1	302,3	341,6	275,4	257,5	309,8	252,4	314,8	358,8	447,7	290,8	308	518,6	379	
4	NOx	mg/m <sup>3</sup>	673,3	384,3	293,4	282,3	326,3	240,1	207,5	287,9	255,8	341,4	389,6	244,9	332	337,4	297	248,6	214	232,4	310,7	368,5	380,1	281,2	319	582,6	370,8	
5	NOx	mg/m <sup>3</sup>	531,8	382,1	285	296,3	318,2	238,8	229,2	296,3	245,3	386,9	342,6	251,8	331,1	333,6	318,3	266,3	214	288,8	330,6	394,2	361,8	284,9	349,9	500,7	379,7	
1	NO	mg/m <sup>3</sup>	401,3	227,8	212,3	149,7	185,7	180,4	149,5	140	185,8	141,4	236,5	195,4	159,6	190,9	186,2	176,7	184,9	113,1	191,3	217,7	276,6	204,2	178	246,6	279,5	197,616
2	NO	mg/m <sup>3</sup>	428,3	200,6	185,6	142,3	192,3	179,6	137,8	141,9	190,2	142,7	225,1	184,3	166,3	202,7	167,8	160	184,9	117	196	217,8	256,8	184,9	185,7	306,3	233,5	
3	NO	mg/m <sup>3</sup>	425,8	207,6	169,5	157,9	194,2	152,7	124,6	153,8	174,8	162,3	227,1	158,6	181,5	205,1	165,4	154,6	186,1	151,6	189	215,5	256,8	174,6	185	301,4	283,3	
4	NO	mg/m <sup>3</sup>	404,4	230,8	176,2	169,5	195,9	144,2	124,6	172,9	153,6	205	234	147,1	199,3	202,6	178,4	149,3	128,5	156	186,6	221,3	228,3	168,8	191,6	311,4	222,6	
5	NO	mg/m <sup>3</sup>	319,3	229,5	171,2	177,9	191,1	143,4	137,6	177,9	147,3	232,3	205,7	151,2	198,8	200,3	191,1	159,9	128,5	173,4	198,5	236,7	217,3	171,1	210,1	300,7	228	
1	NO2	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	NO2	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	NO2	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	NO2	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	NO2	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	SO2	mg/m <sup>3</sup>	421	176	197	174	264	301	141	162	223	328	248	176	167	200	311	192	208	131	266	361	392	190	189	239	222	233,672
2	SO2	mg/m <sup>3</sup>	385	155	187	176	265	352	130	165	289	232	244	166	174	206	292	174	208	160	273	390	358	172	192	296	170	
3	SO2	mg/m <sup>3</sup>	351	161	171	201	282	109	118	178	350	264	246	143	190	208	288	168	209	217	251	459	358	174	191	289	170	
4	SO2	mg/m <sup>3</sup>	333	196	177	241	284	116	129	208	307	333	228	143	209	206	336	168	140	217	309	471	257	168	198	289	236	
5	SO2	mg/m <sup>3</sup>	239	195	185	253	319	115	160	214	285	288	185	159	208	203	347	180	140	242	329	504	202	170	217	239	296	

Elaborado: Alex Calvopiña

Tabla 11.- Datos Horno 2, Sr. Pedro Simba

Muestras	Contaminantes	Unidades	DATOS DE LOS MONITOREOS REALIZADOS HORNO 2 SR PEDRO SIMBA																		Promedios			
			PT 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5	PT 6	PT 7	PT 8	PT 9	PT 10	PT 11	PT 12	PT 13	PT 14	PT 15	PT 16	PT 17	PT 18		PT 19	PT 20	
1	O2	%	18,43	18,58	17,5	19,6	18,81	17,2	17,18	16,9	18,19	17,77	17,55	18,15	19,64	16,67	17,3	17,4	17,97	18,85	17,97	18,02	17,9904	
2	O2	%	18,54	18,42	18,36	19,59	18,81	17,06	17,4	17,17	18,32	17,62	17,58	19,12	19,29	16,67	17,3	17,26	17,84	18,1	17,97	17,73		
3	O2	%	18,33	17,92	19,29	19,46	18,48	17,09	17,21	17,98	18,33	17,45	17,4	19,41	19,29	16,38	17,67	17,82	17,84	17,58	18,27	17,55		
4	O2	%	18,1	17,48	19,29	19,36	17,91	17,21	16,81	17,98	18,14	17,45	17,45	19,41	18,86	16,39	17,66	17,82	18,14	17,58	18,07	17,82		
5	O2	%	18,3	17,19	19,47	19,65	17,32	17,21	16,7	18,2	17,77	17,55	17,45	19,6	18,36	17,03	17,66	18,09	18,6	17,53	18,02	17,83		
1	CO	mg/m <sup>3</sup>	34505	32184	9858	9655	10175	15766	24561	17294	12940	5491	17342	31065	68826	11362	5418	8968	22459	36268	18101	9253	19.073,80	
2	CO	mg/m <sup>3</sup>	37152	26530	10793	9317	12200	17640	26817	15964	9220	7260	19631	48807	50498	9637	4483	11298	22797	26762	18101	6961		
3	CO	mg/m <sup>3</sup>	34879	19057	13876	9380	12960	19949	25044	17267	7529	9354	20580	59751	45306	7584	4292	16136	22797	21910	14587	4482		
4	CO	mg/m <sup>3</sup>	31477	14093	11369	10206	13138	22344	21278	14497	5718	12003	22755	61119	31489	6338	4896	16136	26269	20367	11326	4192		
5	CO	mg/m <sup>3</sup>	31820	10894	10428	13983	13620	23677	18715	13014	4531	14971	24044	69363	21934	6110	4896	19975	32215	18028	9253	4820		
1	CO2	%	1,58	1,5	2,43	0,95	1,5	2,57	2,48	2,75	1,92	2,28	2,31	1,78	0,68	2,99	2,62	2,51	1,98	1,31	2,02	2,07	2,0122	
2	CO2	%	1,49	1,65	1,82	0,96	1,49	2,64	2,31	2,59	1,85	2,37	2,27	1,06	0,95	3,02	2,63	2,58	2,06	1,85	2,02	2,29		
3	CO2	%	1,64	2,04	1,14	1,05	1,71	2,59	2,45	2,02	1,87	2,47	2,38	0,84	0,98	3,25	2,37	2,14	2,06	2,25	1,85	2,45		
4	CO2	%	1,81	2,4	1,16	1,12	2,11	2,48	2,76	2,04	2,01	2,44	2,32	0,83	1,33	3,26	2,37	2,14	1,83	2,26	2,02	2,26		
5	CO2	%	1,68	2,63	1,04	0,9	2,51	2,47	2,87	1,91	2,29	2,34	2,3	0,7	1,73	2,8	2,37	1,92	1,49	2,32	2,07	2,25		
1	NOx	mg/m <sup>3</sup>	466,6	496,6	341,7	814,8	464,5	254,8	263,5	254,7	386,1	347,2	324,9	394,3	841,5	240,6	292,5	310,9	371	524,5	370,2	376,9	405,108	
2	NOx	mg/m <sup>3</sup>	488,2	465,7	439,7	809,9	464,5	245,7	280	282,6	420,4	331,9	327,5	602,1	644,8	240,6	292,5	298,9	355,2	387,1	370,2	343,2		
3	NOx	mg/m <sup>3</sup>	449,3	388,7	688,9	739,6	402,7	247,8	275,3	359,9	421	315	310,7	716,1	644,8	225,4	325	353,2	305,2	307,2	412	324,3		
4	NOx	mg/m <sup>3</sup>	412,6	339,3	688,9	694,5	314,7	265,9	249	359,9	379,8	315,5	315,7	716,1	510,8	226	235	352	392,5	327,2	382,7	352,5		
5	NOx	mg/m <sup>3</sup>	444	313,3	769,4	823	263,3	265,9	242,3	388,3	347,2	324,9	315,7	814,9	411,5	272,3	335	386,6	468,8	322,4	376,9	353,9		
1	NO	mg/m <sup>3</sup>	280,2	298,2	205,2	489,3	278,9	153	158,2	153	231,9	208,5	195,1	236,8	505,3	144,5	175,6	186,7	222,8	315	222,3	226,3	244,578	
2	NO	mg/m <sup>3</sup>	293,2	279,6	264	486,4	278,9	147,6	168,1	169,7	252,5	199,3	196,7	361,6	387,2	145	275,6	179,5	213,3	232,5	223	206,1		
3	NO	mg/m <sup>3</sup>	269,8	233,4	413,7	444,1	241,8	148,8	165,3	216,1	252,8	189,2	186,6	430,1	382	135,4	195,2	212,1	123,3	196,5	247,4	194,7		
4	NO	mg/m <sup>3</sup>	247,7	203,7	413,7	417,1	189	159,7	149,5	216,1	228,1	189,4	189,6	431	306,7	135,7	302,2	222,1	235,7	106,5	229,8	211,7		
5	NO	mg/m <sup>3</sup>	266,6	188,1	462,1	494,2	158,1	159,7	145,5	233,2	208,5	195,1	189,6	489,3	247,1	163,5	201,2	232,2	281,5	193,6	226,3	212,5		
1	NO2	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	NO2	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	NO2	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	NO2	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5	NO2	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
1	SO2	mg/m <sup>3</sup>	590	519	328	1060	384	150	231	266	408	532	332	421	626	168	323	462	362	463	327	333	413,01	
2	SO2	mg/m <sup>3</sup>	596	467	415	1054	336	158	260	299	410	463	335	616	465	180	366	319	347	324	327	351		
3	SO2	mg/m <sup>3</sup>	529	373	713	962	250	186	247	398	509	381	318	699	434	180	484	361	347	274	364	377		
4	SO2	mg/m <sup>3</sup>	467	325	775	807	152	206	236	381	530	323	337	666	319	203	514	361	365	274	320	491		
5	SO2	mg/m <sup>3</sup>	484	300	934	910	127	220	253	411	500	332	337	682	257	288	514	377	436	285	333	510		

Elaborado: Alex Calvopiña

Tabla 12.- Datos Horno 3, Sr. Patricio Toalo

Muestras	Contaminantes	Unidades	DATOS DE LOS MONITOREOS REALIZADOS HORNO 3 SR PATRICIO TOALO																				Promedios
			PT 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5	PT 6	PT 7	PT 8	PT 9	PT 10	PT 11	PT 12	PT 13	PT 14	PT 15	PT 16	PT 17	PT 18	PT 19	PT 20	
1	O2	%	18,18	17,74	17,83	17,95	17,8	17,82	18,35	19,12	19,9	19,29	19,22	19,19	19,17	19,19	19,29	18,85	18,34	18,74	18,72	19,44	18,7251
2	O2	%	18,03	17,77	17,88	17,91	17,78	17,84	18,54	19,5	19,94	19,26	19,2	19,19	19,17	19,2	19,31	18,64	18,49	18,61	18,92	19,32	
3	O2	%	17,89	17,79	17,93	17,87	17,79	17,89	18,74	19,65	19,72	19,26	19,19	19,18	19,17	19,23	19,31	18,46	18,68	18,51	19,11	19,15	
4	O2	%	17,78	17,8	17,97	17,84	17,8	18	18,94	19,76	19,54	19,25	19,19	19,18	19,18	19,25	19,23	18,34	18,82	18,49	19,3	18,98	
5	O2	%	17,74	17,8	17,98	17,82	17,81	18,16	19,12	19,83	19,39	19,24	19,19	19,17	19,18	19,27	19,06	18,29	18,84	18,56	19,43	18,84	
1	CO	mg/m <sup>3</sup>	2994	1237	669	397	249	194	4927	11948	19994	11855	15000	13204	14571	14571	15679	12839	12581	16186	16955	22766	10.675,89
2	CO	mg/m <sup>3</sup>	2417	1101	599	354	234	274	6621	15848	18507	11637	15136	13384	14673	14673	15831	11660	13887	15359	18401	19895	
3	CO	mg/m <sup>3</sup>	1962	981	542	321	220	857	8384	17559	14959	12466	15314	13575	14749	14749	15670	11306	15637	15126	19986	17745	
4	CO	mg/m <sup>3</sup>	1643	861	489	296	214	1945	10155	18747	13134	12788	15472	13777	14824	14824	15027	11938	16738	15190	22220	16174	
5	CO	mg/m <sup>3</sup>	1410	756	438	272	200	3349	11948	19466	12157	13020	15589	13783	14897	14897	13875	12308	16914	15821	23467	15151	
1	CO2	%	2,01	2,35	2,29	2,2	2,32	2,3	1,2	1,87	1,21	1,27	1,16	0,7	1,23	1,21	1,14	1,46	1,81	1,51	1,52	1	1,5735
2	CO2	%	2,12	2,33	2,25	2,23	2,32	2,28	1,21	1,72	1,21	0,99	1,18	0,68	1,22	1,2	1,13	1,61	1,7	1,6	1,38	1,09	
3	CO2	%	2,23	2,31	2,22	2,26	2,32	2,24	1,21	1,56	1,22	0,88	1,17	0,85	1,42	1,18	1,13	1,74	1,56	1,67	1,23	1,22	
4	CO2	%	2,31	2,31	2,19	2,28	2,31	2,15	1,22	1,41	1,22	0,81	1,18	0,98	1,22	1,17	1,18	1,82	1,45	1,69	1,1	1,35	
5	CO2	%	2,35	2,31	2,18	2,3	2,31	2,02	1,22	1,27	1,23	0,75	1,19	1,09	1,12	1,15	1,3	1,85	1,44	1,64	1	1,45	
1	NOx	mg/m <sup>3</sup>	238,8	206,3	224,2	233,2	221,7	223,6	268,4	362,9	561,7	332,9	318,8	314,3	289,6	292,4	310,3	245,4	211,8	250,3	247,7	341,6	285,322
2	NOx	mg/m <sup>3</sup>	227,2	219,9	227,5	229,9	220,8	224,9	275,3	432,7	547,2	326,8	316	313,7	289,9	295	313,3	222,9	224,6	236,1	271,4	317	
3	NOx	mg/m <sup>3</sup>	216,2	221,5	231,5	227,2	221	228,2	300,3	482,3	448,8	326,9	314,5	312,4	290	298,7	313,7	207,2	243	226,5	300,7	286,3	
4	NOx	mg/m <sup>3</sup>	209	221,7	234,5	225	221,8	236,8	329,1	493,9	391,2	325,3	313,8	311	290,4	302,8	300,3	211,4	259,3	224	334,3	261	
5	NOx	mg/m <sup>3</sup>	206,1	222,2	235,2	223,2	222,7	250,8	362,9	527,7	353,5	322,2	314	310,4	295,8	306,7	273,2	207,2	261,5	231,1	339,7	244,6	
1	NO	mg/m <sup>3</sup>	255,5	477,8	478,3	355,2	288,7	181,7	255,4	221,6	183,1	166,8	188,7	178,3	229,3	458,4	238,4	253,9	167,5	225,3	376,9	488,2	290,139
2	NO	mg/m <sup>3</sup>	291,7	483,8	442,3	355,2	262,9	179,8	251,8	203,1	201,1	166,8	187,2	199,3	219,7	461,8	238,4	271,3	182,6	253,7	376,9	494,6	
3	NO	mg/m <sup>3</sup>	348,3	508,3	373,1	408,4	234,8	224,8	215,9	199,3	201,1	169,9	184,2	221,5	219,7	461,8	261,4	188,3	201,2	309,9	609,1	560,6	
4	NO	mg/m <sup>3</sup>	439,3	528,9	373,1	392,9	194	247,8	215,9	199,3	193,4	180,4	168,8	225	242,1	281,8	253,4	165,7	201,2	369,9	572	506,5	
5	NO	mg/m <sup>3</sup>	477,8	528,9	325,3	288,7	181,7	247,8	211,1	190,6	179,2	188,7	168,8	229,5	282,9	232,3	253,9	160,7	213,5	350,8	488,2	367,5	
1	NO2	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	NO2	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	NO2	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	NO2	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	NO2	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	SO2	mg/m <sup>3</sup>	18	80	115	137	146	148	20	67	103	112	113	115	15	76	104	118	115	109	22	68	97,34
2	SO2	mg/m <sup>3</sup>	35	97	134	152	146	149	14	93	102	112	113	116	15	91	119	118	114	107	40	68	
3	SO2	mg/m <sup>3</sup>	50	97	136	150	146	151	28	92	102	112	114	103	46	105	119	118	111	107	40	93	
4	SO2	mg/m <sup>3</sup>	65	114	138	149	146	122	42	78	113	112	114	52	61	105	119	116	111	105	51	93	
5	SO2	mg/m <sup>3</sup>	80	114	138	147	147	74	55	104	113	113	115	52	76	105	119	115	124	26	66	89	

Elaborado: Alex Calvopiña

## 16.7 Condiciones normales de los datos comparados (CO & NOx)

**Tabla 13.-** Condiciones normales del Monóxido de Carbonó (CO)

DATOS DE HORNO DE LADRILLERAS ARTESANALES EN CONDICIONES NORMALES (CO)							
HORNO	Contaminantes	Unidades	Datos lectura real	HORNO	Contaminantes	Unidades	Datos lectura Condiciones Normales
1	CO	mg/m3	14482,93	1	CO	mg/nm3	16817,17
2	CO	mg/m3	19073,8	2	CO	mg/nm3	21938,36
3	CO	mg/m3	10675,89	3	CO	mg/nm3	12161,91

**Elaborado:** Alex Calvopiña

**Tabla 14.-** Condiciones normales del Óxido de Nitrógeno (NOx)

DATOS DE HORNO DE LADRILLERAS ARTESANALES EN CONDICIONES NORMALES (NOx)							
HORNO	Contaminantes	Unidades	Datos lectura real	HORNO	Contaminantes	Unidades	Datos lectura Condiciones Normales
1	NOx	mg/m3	328,92	1	NOx	mg/nm3	381,93
2	NOx	mg/m3	405,11	2	NOx	mg/nm3	465,95
3	NOx	mg/m3	285,32	3	NOx	mg/nm3	325,03

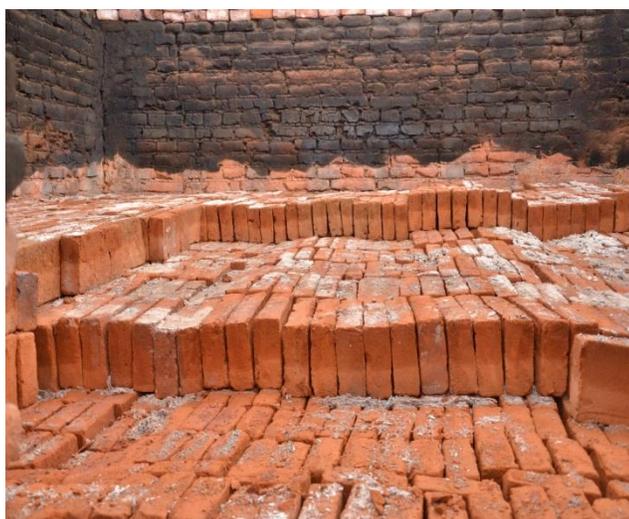
**Elabora:** Alex Calvopiña

## 16.8 Anexo 7. Fotografías

**Fotografía 1.-** Horno de ladrilleras artesanales



**Fotografía 2.-** Carga de ladrillos en el horno



**Fotografía 3.-** Quemador de combustible (biomasa)



**Fotografía 4.-** Horno utilizado en la quema de ladrillos



**Fotografía 5.-** Monitoreo horno de ladrillera artesanal



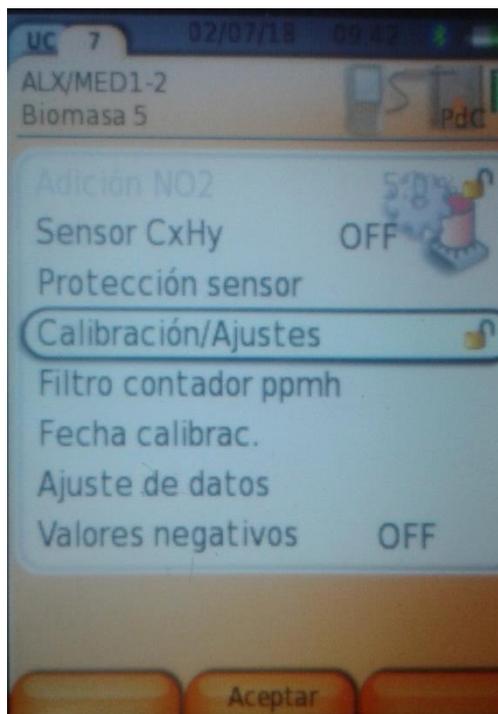
**Fotografía 6.-** Cocción de combustible (biomasa) en quemadores



**Fotografía 7.-** Plataforma para colocación de ladrillo



**Fotografía 8.-** Calibración de Oxígeno en el equipo analizador de gases.



**Fotografía 9.-** Ajuste de oxígeno al 7% requerido para las mediciones.

