



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DE NO_x Y MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE
PRODUCIDOS POR LADRILLERAS DEL SECTOR URBANO DEL CANTÓN
CHAMBO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO AÑO 2023**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA: DANIELA CAROLINA OBANDO SEGOVIA

DIRECTOR: Ing. JUAN CARLOS GONZÁLEZ GARCÍA

Riobamba – Ecuador

2023

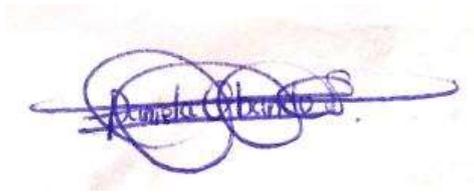
© 2023, Daniela Carolina Obando Segovia

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Daniela Carolina Obando Segovia, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 29 de noviembre de 2023

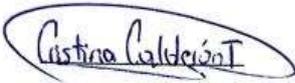


Daniela Carolina Obando Segovia

060517213-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación. **“EVALUACIÓN DE NO_x Y MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE PRODUCIDOS POR LADRILLERAS DEL SERCTOR URBANO DEL CANTÓN CHAMBO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO AÑO 2023”**, realizado por la señorita: **Daniela Carolina Obando Segovia**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Cristina Calderón Tapia PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-11-29
Ing. Juan Carlos Gonzáles García DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-11-29
Ing. María Soledad Nuñez Moreno ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-11-29

DEDICATORIA

A mi madre Amparito Segovia, por estar conmigo en las buenas y en las malas, por todos sus consejos que me han ayudado a realizarme como persona. A mi padre Darío Obando, que con su ejemplo de constancia y perseverancia me ha enseñado que, con esfuerzo y sacrificio, se pueden alcanzar muchos sueños. A mis hermanos, por estar siempre presentes en cada momento. A mis abuelitos Zoila y Jorge, por ser mis segundos padres, por brindarme siempre su ayuda en cada momento de mi vida y por todos sus consejos que en base a su experiencia me han ayudado a crecer como persona.

Daniela

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por guiarme en mi vida y porque sé que él nunca me dejó sola en momentos de adversidad, a mis padres porque siempre confiaron en mi desde un comienzo y gracias a su apoyo incondicional he podido alcanzar todos mis objetivos personales y académicos, a mi tutor el Ing. Juan Carlos González por su paciencia y por transmitirme los conocimientos necesarios para poder culminar con mi trabajo de titulación.

Agradezco a Miguel, por todos sus consejos y la gran motivación que me ha brindado en esta gran etapa de mi vida.

Daniela

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	XII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Limitaciones y delimitaciones.....	2
1.3. Problema general de investigación.....	3
1.4. Problemas específicos de investigación.....	3
1.5. Objetivos.....	3
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	3
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	3
1.6. Justificación.....	4
1.6.1. <i>Justificación teórica</i>	4
1.6.2. <i>Justificación metodológica</i>	4
1.6.3. <i>Justificación práctica</i>	4
1.7. Hipótesis	5

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de investigación	6
2.2. Referencias teóricas.....	7

2.2.1.	<i>Aire</i>	7
2.2.2.	<i>Composición del aire</i>	8
2.2.3.	<i>Contaminación del aire</i>	8
2.2.4.	<i>Contaminantes atmosféricos</i>	9
2.2.5.	<i>Contaminación antropogénica</i>	10
2.2.5.1.	<i>Fuentes de contaminación antropogénica</i>	10
2.2.5.2.	<i>Fuentes móviles</i>	10
2.2.5.3.	<i>Fuentes fijas</i>	10
2.2.6.	<i>Industrias ladrilleras artesanales</i>	11
2.2.6.1.	<i>Materia prima e insumos</i>	11
2.2.6.2.	<i>Materiales usados como combustible</i>	13
2.2.7.	<i>Contaminantes que emiten las ladrilleras</i>	14
2.2.7.1.	<i>Material particulado</i>	14
2.2.7.2.	<i>Óxidos de nitrógeno (NO_x)</i>	17
2.2.8.	<i>Calidad de aire en el cantón Chambo</i>	17
2.2.8.1.	<i>Impactos identificados en el ambiente por el proceso de cocción del ladrillo</i>	18
2.2.9.	<i>Métodos de medición de la calidad del aire</i>	19
2.2.9.1.	<i>Muestreo con bioindicadores</i>	19
2.2.9.2.	<i>Muestreo activo</i>	20
2.2.9.3.	<i>Método automático</i>	20
2.2.9.4.	<i>Método óptimo de percepción remota</i>	20
2.2.9.5.	<i>Muestreo pasivo</i>	21
2.2.10.	<i>Base legal</i>	23
2.2.10.1.	<i>Acuerdo Ministerial 097-A Anexos del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente</i>	23

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	26
3.1.	Enfoque de investigación	26

3.2.	Nivel de investigación	26
3.3.	Diseño de investigación	26
3.4.	Según la manipulación o no de la variable independiente	26
3.5.	Según las intervenciones en el trabajo de campo.....	27
3.6.	Tipo de estudio	27
3.7.	Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra	27
3.7.1.	<i>Proceso de planificación.....</i>	27
3.7.2.	<i>Selección de la muestra</i>	28
3.7.3.	<i>Proceso de muestreo</i>	29
3.8.	Descripción del lugar de estudio.....	30
3.9.	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación.....	31
3.9.1.	<i>NOx</i>	31
3.9.2.	<i>Masa de nitritos.....</i>	32
3.9.3.	<i>Concentración de NO₂ en el ambiente</i>	33
3.9.4.	<i>Corrección de la concentración ambiental de NO₂ de acuerdo a las condiciones particulares de la localidad.....</i>	33
3.9.5.	<i>Material particulado sedimentable.....</i>	33

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	35
4.1.	Información de ladrilleras	35
4.2.	Concentración de NO _x	36
4.3.	Concentración de material particulado sedimentable.....	40

CAPÍTULO V

5.	MARCO PROPOSITIVO.....	44
5.1.	Propuesta.....	44
5.1.1.	<i>Tema.....</i>	44
5.1.2.	<i>Objetivos.....</i>	44

5.1.3. Antecedentes	44
5.1.4. Introducción.....	45
5.1.5. Desarrollo.....	45
5.1.5.1. Ejes de acción de la propuesta	45
5.1.5.2. Educación ambiental	46
5.1.5.3. Medidas de prevención.....	48
5.1.5.4. Medidas de mitigación.....	49
5.1.5.5. Monitoreo ambiental	50
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES.....	53

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Composición de la atmósfera.....	8
Tabla 2-2:	Estándares de calidad del aire para material particulado (OMS).....	8
Tabla 3-2:	Propiedades de la arcilla.....	12
Tabla 4-2:	Efectos de los contaminantes generados según el tipo de combustible.....	13
Tabla 5-2:	Ventajas y limitaciones del método de muestreo pasivo	22
Tabla 6-2:	Límites máximos permisibles de concentración de emisión de contaminantes al aire para fuentes fijas de combustión abierta	25
Tabla 7-2:	Concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire	25
Tabla 1-3:	Localización de las ladrilleras (Li) de la entrevista	27
Tabla 2-3:	Información de localización de los puntos de muestreo y fechas de medición	29
Tabla 3-3:	Concentración de calibración estándar y de nitrilos en el tubo	31
Tabla 1-4:	Concentración de NO _x en las ladrilleras y zonas residenciales	36
Tabla 2-4:	Masa de nitritos en las ladrilleras	37
Tabla 3-4:	Concentración de NO ₂ en el ambiente de las ladrilleras	37
Tabla 4-4:	Corrección de la concentración de NO ₂ en el ambiente de las ladrilleras	38
Tabla 5-4:	Concentración de NO ₂ promedio en el ambiente de las ladrilleras	39
Tabla 6-4:	Concentración de polvo atmosférico sedimentable de las ladrilleras	41
Tabla 1-5:	Matriz de acciones para el cumplimiento del eje de acción Educación Ambiental.....	47
Tabla 2-5:	Matriz de acciones para el cumplimiento del eje de acción Medidas de Prevención.....	48
Tabla 3-5:	Matriz de acciones para el cumplimiento del eje de acción Medidas de Mitigación.....	49
Tabla 4-5:	Matriz de acciones para el cumplimiento del eje de acción Monitoreo Ambiental.....	50

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1-2:	Captadores pasivos	22
--------------------	--------------------------	----

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2:	Depósito de partículas en el tracto respiratorio según sus diámetros	16
Ilustración 2-2:	Fuentes de generación de material particulado	16
Ilustración 3-2:	Proceso de fabricación de ladrillos	18
Ilustración 1-3:	Ubicación geográfica del área de estudio	28
Ilustración 2-3:	Localización de los puntos de muestreo	31
Ilustración 3-3:	Curva de calibración NO ₂	32
Ilustración 1-4:	Ubicación de las ladrilleras	36
Ilustración 2-4:	Concentración de NO ₂ en el ambiente	38
Ilustración 3-4:	Concentración de NO ₂ en el área de estudio	39
Ilustración 4-4:	Peso inicial y final del filtro	41
Ilustración 5-4:	Polvo atmosférico sedimentable	42
Ilustración 6-4:	Concentración de polvo atmosférico sedimentable en área de estudio	42
Ilustración 1-5:	Ejes de acción para el desarrollo de la propuesta.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

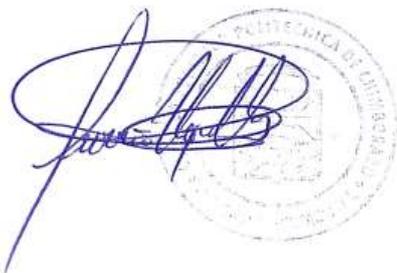
- ANEXO A:** IMÁGENES DE LOS PUNTOS DE MUESTREO SELECCIONADOS
- ANEXO B:** IMÁGENES DE LA FASE DE LABORATORIO
- ANEXO C:** CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN DE LA ESTRUCTURA
- ANEXO D:** RESPUESTAS DE LA ENTREVISTA APLICADA
- ANEXO E:** EVIDENCIAS DE LA ENTREVISTA APLICADA
- ANEXO F:** CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE CHAMBO

RESUMEN

En la investigación se evaluó la presencia de NO_x y material particulado sedimentable (MPS) generados en las ladrilleras del sector urbano del cantón Chambo. En la actualidad operan aproximadamente 200 ladrilleras, de las cuales 39 funcionan en la zona urbana, la capacidad de producción oscila entre 15000 - 25000 unidades por carga. Se seleccionó cinco puntos de muestreo correspondientes a ladrilleras localizadas en el área urbana y dos puntos de muestreo adicionales en áreas libres de esta actividad para comparar los niveles de concentración de NO_x y MPS. Mediante muestreo pasivo empleando captadores se determinaron los niveles de concentración de NO_x en las ladrilleras (promedio = $0.024 \pm 0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en las zonas sin ladrilleras (promedio = $0.032 \pm 0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Los resultados evidenciaron que las concentraciones de NO_x están por debajo del límite máximo permisible por hora ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A. De igual manera se midieron los niveles de MPS en las ladrilleras (promedio = $0.637 \pm 0.35 \text{ mg} \cdot \text{mes}/\text{cm}^2$) y en las zonas sin ladrilleras (promedio = $0.716 \pm 0.06 \text{ mg} \cdot \text{mes}/\text{cm}^2$), hallándose que en cuatro de las ladrilleras los niveles de concentración están por debajo del límite máximo permisible ($1 \text{ mg} \cdot \text{mes}/\text{cm}^2$), como también sucede con los puntos de medición en las zonas sin ladrilleras; no obstante, la concentración de MPS de una ladrillera ($1.269 \text{ mg} \cdot \text{mes}/\text{cm}^2$) excede el máximo permisible. En general los niveles de concentración de NO_x son casi despreciables, excepto del MPS, cuyos valores están próximos a alcanzar el máximo permisible. Esto destaca la necesidad de controlar las emisiones contaminantes, para cuyo efecto se diseñó una propuesta, que plantea medidas en cuatro ejes de acción: educación ambiental para crear conciencia sobre impactos y normativa; prevención para evitar emisiones; mitigación para reducir contaminantes con tecnologías adecuadas; y monitoreo de la calidad del aire.

Palabras clave: <BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES >, < CONCENTRACIÓN >, < LADRILLERAS >, < MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE >, < MUESTREO PASIVO >, < ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO_x) >.

0021-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

The research evaluated the presence of NO_x and sedimentable particulate matter (SPM) generated in brick kilns in the urban sector of Chambo town. Nowadays, approximately 200 brick kilns are operating, 39 of which are located in the urban area, with a production capacity of 15,000 - 25,000 units per load. Five sampling points were selected corresponding to brick kilns located in the urban area and two additional sampling points in areas free of this activity to compare the concentration levels of NO_x and MPS. By passive sampling using samplers, NO_x concentration levels were determined in the brick kilns (average = $0.024 \pm 0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$), and in the areas without brick kilns (average = $0.032 \pm 0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$). The results showed that the NO_x concentrations are below the maximum permissible hourly limit (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) established in the Ministerial Agreement 097-A. Similarly, MPS levels were measured in the brick kilns (average = $0.637 \pm 0.35 \text{ mg} \cdot \text{month}/\text{cm}^2$) and the areas without brick kilns (average = $0.716 \pm 0.06 \text{ mg} \cdot \text{month}/\text{cm}^2$). Besides, it was found that in four of the brick kilns, the concentration levels are below the maximum permissible limit (1 $\text{mg} \cdot \text{month}/\text{cm}^2$); as is also the case with the measurement points in the areas without brick kilns. However, the concentration of MPS from one brick kiln (1,269 $\text{mg} \cdot \text{month}/\text{cm}^2$) exceeds the maximum permissible. In general, NO_x concentration levels are almost negligible, except for MPS, whose values are close to reaching the maximum permissible. This highlights the need to control pollutant emissions, for which purpose a proposal was designed. This proposes measures in four lines of action: environmental education to create awareness of impacts and regulations, prevention to avoid emissions, mitigation to reduce pollutants with appropriate technologies, and air quality monitoring.

Keywords: < GOOD ENVIRONMENTAL PRACTICES >, < CONCENTRATION >, < BRICKMILLS >, < SEDIMENTARY PARTICULATE MATERIAL>, < PASSIVE SAMPLING >, < OXIDES OF NITROGEN (NOX) >.



Ing. Romel Calles Mgs.

C.I 0603877713

INTRODUCCIÓN

La contaminación en presencia de la atmósfera es un problema mundial que implica molestias para la salud de las personas y demás seres vivos. La contaminación es el foco principal en la sociedad moderna, la cual se está tratando de controlar y minimizar representando una problemática ambiental y social, lo que provoca significativamente una baja calidad de aire no siendo óptimo para poder vivir (Palate 2017).

La industria ladrillera es una de las actividades económicas más importantes que se realizan en el cantón Chambo, los mismos se elaboran con leña, leña de eucalipto y aserrín, lo cual favorecen a los altos niveles de contaminación del aire, generando problemas tanto en el ambiente como en la salud por los gases tóxicos que emanan las mismas.

Los principales contaminantes que se emiten en la combustión de ladrillos son: óxido de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), compuestos orgánicos totales (COT), material particulado sedimentable (MPS) y compuestos orgánicos volátiles (COV) (Claro 2020).

Las tecnologías utilizadas en la elaboración del ladrillo no son amigables con el medio ambiente, debido a que no se realizan estudios previos para su elaboración, además que los combustibles usados por los propietarios no son manipulados favorecidamente para el proceso de la combustión (Claro 2020).

De acuerdo al informe del Plan de Ordenamiento Territorial de Chambo (Cambo 2019) la población económicamente activa de la localidad se dedica principalmente a la fabricación de ladrillos, con un porcentaje de 45.46% como sector primario. La mayoría de los fabricantes artesanos no cuentan con un sistema de control de emisiones de gases.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Los contaminantes, al ser introducidos directa o indirectamente en la atmósfera, emiten gases tóxicos que provocan efectos nocivos para la salud del ser humano, ya sea a corto, mediano o largo plazo, alterando también la calidad de vida tanto de fauna y flora del ecosistema (Desarrollo Rural 2010).

La industria ladrillera del cantón Chambo, a pesar de representar una actividad económica importante que entraña riesgos para el medio ambiente, no está totalmente regulada desde el punto de vista legal. Por esta razón se generan problemas y daños ambientales, que afectan a la composición química de la atmósfera durante el proceso de cocción, en donde utiliza como combustible la madera, convirtiéndose en la principal fuente de contaminación, que posteriormente contribuye a la destrucción del ecosistema.

El crecimiento de las actividades productivas va de la mano con el aumento de la población, especialmente del sector primario, es por eso que se plantea la necesidad de realizar un estudio que valore el nivel de generación de las emisiones contaminantes provenientes de las ladrilleras, en el que se evalúe la cantidad de material particulado sedimentable y NOx generado durante este proceso de producción (Jaya y Vásquez 2012).

El presente trabajo de investigación se dirige a la evaluación de NOx y material particulado sedimentable generados en las operaciones de las ladrilleras de la zona urbana del cantón Chambo. Los resultados obtenidos serán contrastados con los límites establecidos en la normativa nacional e internacional de competencia, con la finalidad de conocer el nivel de contaminación producido por este tipo de partículas.

1.2. Limitaciones y delimitaciones

La contaminación del medio ambiente en la zona urbana del cantón Chambo se deriva de las actividades de fabricación de ladrillos en condiciones artesanales y no reguladas, lo cual restringe la realización de estudios técnicos de impacto ambiental. Por consiguiente, la adopción de medidas de mitigación y adaptación implementadas son incipientes, ahondando la complejidad de la problemática existente.

Bajo el contexto señalado, el presente trabajo se desarrolla en la modalidad de proyecto de investigación y se enfoca en la evaluación de los contaminantes NOx y material particulado sedimentable producidos en una muestra de ladrilleras localizadas en la zona urbana del cantón Chambo. En virtud que la cantidad de ladrilleras operativas en el dicho cantón es extensa, se considera la aplicación de un muestreo pasivo para la determinación de los niveles de concentración; por tal motivo los resultados obtenidos reflejan exclusivamente la situación particular de las unidades observadas.

1.3. Problema general de investigación

¿Cuál es la situación actual de la concentración de NOx y material particulado sedimentable producidos por las ladrilleras del sector urbano del cantón Chambo, provincia de Chimborazo año 2023?

1.4. Problemas específicos de investigación

¿Cuáles son las ladrilleras que se encuentran operativas en el sector urbano del cantón Chambo?

¿Qué nivel de concentración de NOx y material particulado sedimentable se genera en la muestra de ladrilleras del sector?

¿Existe concordancia de los niveles de concentración de material particulado sedimentables y NOx con los límites admisibles establecidos en la Legislación Ambiental vigente y la OMS?

¿Qué tipo de acciones y medidas se deberían adoptar para el control y mitigación de las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de las ladrilleras del cantón Chambo?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar la concentración de NOx y material particulado sedimentable producidos por las ladrilleras del sector urbano del cantón Chambo, provincia de Chimborazo año 2023.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar un inventario de las ladrilleras activas del sector urbano del cantón Chambo.

- Determinar los niveles de concentración NOx y material particulado sedimentable generado en cada uno de las ladrilleras definidas a través de muestreo pasivo.
- Comparar los datos obtenidos de acuerdo a la Legislación Ambiental vigente y la OMS respecto a la concentración de material particulado sedimentables y NOx.
- Proponer un plan de control y mitigación de emisiones de contaminantes atmosféricos para las ladrilleras del cantón Chambo.

1.6. Justificación

1.6.1. Justificación teórica

Dentro de las actividades productivas que se ha realizado durante décadas en el cantón Chambo es la producción de ladrillos elaborados artesanalmente, siendo una preocupación por la liberación de gases tóxicos que emite, a causa de un mal manejo en el proceso de cocción, deficiente manejo de una infraestructura adecuada e inadecuados estudios técnicos, agregando a la cantidad de hornos que se encuentran distribuidos en barrios del sector urbano del cantón.

1.6.2. Justificación metodológica

El uso desmesurado de combustibles de baja calidad usada tradicionalmente no proporciona la energía suficiente para una quema óptima, por lo tanto, genera una mayor producción de gases mismos que están compuestos de material particulado, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, entre otros; siendo complicado controlar las emisiones que se dan durante la cocción de los ladrillos.

1.6.3. Justificación práctica

Este proyecto de investigación se realiza con la finalidad de estudiar los contaminantes atmosféricos que generan las ladrilleras del cantón Chambo en el sector urbano, por la producción de ladrillo que se encuentra en constante funcionamiento, siendo en la etapa de cocción en donde se emite varios contaminantes hacia la atmósfera resultando perjudicial a diferentes ecosistemas y especialmente para la población que transita diariamente por estos sectores; en el estudio se planteó determinar los niveles de material particulado sedimentable y NOx, conociendo las concentraciones de emisión en el área urbana del cantón.

1.7. Hipótesis

La concentración de NOx y material particulado sedimentable emitidos por las ladrilleras del sector urbano del cantón Chambo rebasan los límites permisibles establecidos por la legislación respectiva.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

A partir de la revisión del estado del arte se encontraron los siguientes antecedentes investigativos: En el proyecto de investigación denominado “Determinación de la concentración de NO_x a la que se encuentran expuestas las personas que frecuentan el sector del terminal terrestre – Latacunga”, para determinar la concentración de NO_x se emplean los captadores pasivos con Trietanolamina, agua destilada y N-butanol, los cuales al ser analizados en el laboratorio y con el uso de colorantes preparados y el espectrofotómetro, se encuentra el valor de absorbancia, y finalmente con cálculos de ingeniería se obtiene la concentración de NO_x (Pardo, 2019). En la Tesis con el tema “Estudio de la concentración de los contaminantes atmosféricos: dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂) y material particulado sedimentable, en la entrada norte (Av. Panamericana) y el nuevo acceso norte (Av. República) de la ciudad de Riobamba”, se emplea la implementación de muestreadores pasivos para obtener información acerca de la calidad del aire en el área de estudio (Salinas, 2022). En el trabajo investigativo llamado “Evaluación de material particulado sedimentable emitidos en el sector de Fertisa sur de Guayaquil, 2021”, donde se evalúa la concentración del material particulado sedimentable mediante la utilización del método gravimétrico con colectores pasivos colocados radialmente y a distintas distancias, para posteriormente realizar un mapa de concentración con la ayuda de un software (Tates, 2022).

En el artículo de revista de nombre “*Assessment of air pollution from small scale industry*”, se realizó un estudio para la evaluación del impacto de la contaminación del ambiente a causa de las industrias de ladrillos, donde se efectuó el monitoreo de chimeneas para estimar el grado de contaminación de MP, SO₂ y NO_x, también se realizó estas mediciones en las cercanías de los hornos al nivel del suelo. Este estudio concluye que la fabricación de ladrillos ocasiona la degradación ambiental debido a la emisión significativa de partículas y contaminantes gaseosos, además se menciona que el polvo es el principal contaminante del aire producto del horno de ladrillos, y que este puede reducirse al utilizar un carbón de mejor calidad para disminuir la emisión de partículas (Bhanarkar et al., 2002).

En el proyecto de titulación denominado “Determinación de la dispersión de contaminantes en las ladrilleras de Chambo”, se realizó el estudio en tres ladrilleras, donde el proceso de fabricación del producto se lleva a cabo en cuatro días. La medición de los gases emitidos se realizó a la altura de las chimeneas durante cinco horas de acuerdo a la norma, posteriormente se realizó el mapa

de dispersión atmosférica de los contaminantes con el empleo de los softwares Screen View y Arcgis. Los resultados de esta investigación muestran que tanto los niveles de CO en ppm como los de NO se encuentran fuera del límite permisible, por lo que el autor recomienda adoptar un plan de acciones correctivas para reducir la contaminación en estas ladrilleras de tipo informal y equipamiento limitado (Álvarez, 2022).

En el trabajo de investigación cuyo nombre es: “Evaluación espacio – temporal de la pérdida de carbono orgánico ocasionada por la producción de ladrillos en el cantón Chambo”, se efectúa un análisis de emisión de gases generados en las ladrilleras con el uso de un modelo de chimenea y un medidor de gases Testo 340, donde se estableció que de los cuatro días que dura la fabricación de los ladrillos, existe una alta concentración en ppm de los óxidos de nitrógeno (NOx) en el tiempo intermedio de la producción (tercer día) (Murillo, 2020).

En el trabajo investigativo que tiene como título “Análisis de la eficiencia energética de la actividad ladrillera y su impacto en el ambiente”, uno de sus objetivos es el de identificar el impacto ambiental que causa la fabricación de ladrillos, para su efecto, se realizó encuestas a los propietarios de las ladrilleras y aplicó el método evaluación de contaminación ambiental de Vicente Conesa. Se obtuvo como resultado que existe la emisión al ambiente de múltiples gases que afectan la salud de los trabajadores y pobladores del lugar, lo cual se da debido a que hay bastante informalidad en estas empresas que trabajan con técnicas artesanales y poco tecnificadas, que consumen altos niveles de combustible y generan grandes cantidades de gases contaminantes (Rojas, 2020).

En el estudio denominado “Determinación y caracterización de las concentraciones de material particulado sedimentable del sector de ladrilleras de la matriz del cantón Chambo” se monitoreo el material particulado sedimentable con el empleo de cajas Petri en siete estaciones de monitoreo pasivo durante un mes. Se obtuvo como resultado que en solo una de las siete estaciones se excede el límite máximo permisible de concentración de estas partículas (Gallo y Paredes, 2019).

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. Aire

El aire es el primer recurso natural importante para los seres vivos, éste al ser modificada por contaminantes, altera el equilibrio ecológico siendo nocivo para el ser humano (Romero et al. 2006).

2.2.2. Composición del aire

Según (Núñez 2022) la atmósfera está conformada por un 78% de nitrógeno y un 21% de oxígeno, y lo que resta está conformado de gases como el argón, helio, neón, xenón, ozono y gases de efecto invernadero, según se detalla en tabla.

Tabla 1-2: Composición de la atmósfera

Componentes	Volumen/Concentración (aire seco)
Nitrógeno	78.08%
Oxígeno	20.95%
Argón	0.93%
Dióxido de Carbono	410 ppmv
Neón	18.2 ppmv
Helio	5.24 ppmv
Metano	2 ppmv

Fuente: (Núñez 2022).

2.2.3. Contaminación del aire

La contaminación del aire define (Martínez y Romieu 1997) como la presencia de sustancias tóxicas ya sea sólida, gota líquida, gas que intervengan en la composición química del aire, manifestándose como una perturbación en la calidad del aire para todos los seres vivos y al ecosistema en sí. Dicha contaminación es causada principalmente por la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) realizadas por actividades industriales que van en aumento por el crecimiento poblacional.

Tabla 2-2: Estándares de calidad del aire para material particulado (OMS)

Parámetros	Período	Concentración máxima admisible ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM 2.5	Valor límite diario	25
	Valor límite anual promedio	10
PM 10	Valor límite diario	50
	Valor límite anual promedio	20
NOx	Valor límite en una hora	200
	Valor límite anual promedio	40

Fuente: Guía de calidad del aire de la OMS 2022.

Así mismo (Vivar 2014) define a la contaminación del aire como la presencia de gases en la atmosfera en proporciones diferentes a las naturales, que ponen en peligro la salud del ser humano, y el bienestar de los animales y las plantas. En países industrializados, se estima, que agentes químicos que se encuentran en el aire contaminado son causantes de enfermedades cardiovasculares y del tracto respiratorio, incluso pueden llegar a provocar algunos tipos de canceres. Según informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 92% de todos los habitantes del mundo habitan en lugares donde no respetan los valores de estándares de calidad del aire, siendo esto la causa de 3 millones de muertes prematuras (Fernandez y Potenciano 2021).

2.2.4. Contaminantes atmosféricos

La concentración de contaminantes en la atmósfera varía, ya que depende de la ubicación de las fuentes de contaminación, condiciones climáticas, entre otras; la acción de los contaminantes ha sido grave a grande escala, puesto que llega a afectar a zonas cercanas o aledañas de la zona directa de contaminación (Mora, Sibaja y Borbón 2021).

Dentro de los contaminantes atmosféricos existentes, se consideran como primarios aquellas sustancias que se emiten directamente a la atmósfera por fuentes naturales o antropogénicas (humanas). Entre los principales tipos de contaminantes primarios se encuentran el dióxido de carbono (CO_2), el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO_x), los compuestos orgánicos volátiles (COV), el dióxido de azufre (SO_2) y las partículas suspendidas en el aire o material particulado (PM), siendo asociadas como las principales causantes de enfermedades a la salud de los seres humanos y con el deterioro de flora y fauna (Pandang y Upsr 2017).

La evidencia científica demuestra que estos contaminantes pueden tener impactos negativos en la salud humana y el medio ambiente. Por ejemplo, las emisiones de CO_2 están contribuyendo al cambio climático y al aumento de la temperatura global. El CO, por su parte, puede ser tóxico en altas concentraciones y afectar el sistema cardiovascular. Los NO_x y los COV son precursores de la formación de ozono troposférico y la lluvia ácida, y también pueden tener efectos negativos en la salud respiratoria. El SO_2 es otro contaminante atmosférico que puede contribuir a la lluvia ácida y afectar la salud respiratoria. Finalmente, las PM son partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire que pueden penetrar en los pulmones y causar problemas respiratorios y cardiovasculares.

2.2.5. Contaminación antropogénica

La mayoría de la contaminación atmosférica que existe en la actualidad es generada por fuentes antropogénicas, es decir producida por actividades del ser humano, que ha existido por siglos, la cual se origina de procesos vitales de supervivencia.

2.2.5.1. Fuentes de contaminación antropogénica

Las fuentes antropogénicas son aquellas que emiten contaminantes a la atmósfera producidas directa o indirectamente por la actividad del hombre, por lo tanto, son de diversas características y se concentran mayormente en espacios urbanos e industriales. Es decir, las actividades que generan en mayor porcentaje estos contaminantes son: tráfico vehicular, emisiones industriales, entre otros.

Al ser producidas por el hombre, las fuentes de contaminación son variadas encontrándose mayoritariamente en la combustión en vehículos, chimeneas de fábricas, evaporación de solventes y transporte de materiales, siendo éstas las actividades en donde se producen metales altamente tóxicos y peligrosos, alterando la estructura de la tropósfera.

2.2.5.2. Fuentes móviles

Es de origen antropogénico, siendo la contaminación vehicular producto de la quema del combustible, la cual comprenden una serie de contaminantes tales como: NO_x, CO, CO₂ y partículas, siendo alarmante ya que se ha reducido paulatinamente el control de las emisiones de estas fuentes generando impactos en la salud al incrementar las enfermedades respiratorias (INECC 2006).

2.2.5.3. Fuentes fijas

Son instalaciones establecidas en un solo lugar, en donde las emisiones son generadas por ductos o chimeneas a cielo abierto producto de procesos industriales o comerciales, emanando humos, gases o vapores que generen una alteración a la atmósfera (CICAM EPN 2016). Para la presente investigación el enfoque será únicamente a las fuentes fijas de contaminación atmosférica presentes en el cantón Chambo, es decir, a las actividades de cocción de ladrillo, por donde emiten directamente los contaminantes a la atmósfera, produciendo alteraciones a la misma.

2.2.6. Industrias ladrilleras artesanales

Los ladrillos “son piezas cúbico rectangulares (poliedro de seis caras), que se obtienen por moldeo, secado y cocción a temperatura elevada de una pasta de arcilla, a veces con adición de otras materias” las medidas de estas piezas varían, sin embargo, no puede exceder de 29 cm, además pueden ser macizos, perforados y huecos que son los tres tipos de ladrillos que más se fabrica. La fabricación en la mayoría de los casos es manual o en algunas ocasiones se utiliza maquinaria rudimentaria, la utilización de moldes es fundamental para el proceso en donde es necesario el uso de arena o agua para impedir que la arcilla se adhiera al molde, lo que proporciona un acabado característico al ladrillo, cabe recalcar que los ladrillos que se elaboran artesanalmente se caracterizan por variaciones de unidad a unidad, es decir, mediante el proceso adquieren características que varían en cada unidad (Olave Cortez 2017).

La industria del ladrillo ha existido desde hace siglos ya que está directamente relacionada con uno de los materiales más utilizados para la construcción de viviendas, por ello a pesar de ser una industria amplia y muy utilizada no se ha modernizado los procesos para su elaboración, siendo uno de los principales contaminantes atmosféricos por la emisión de gases tóxicos, y éstos no tienen un control adecuado por parte de las autoridades (Romo, Córdova y Cervera 2004).

Chinga Pinargote y Zambrano Carranza (2022) mencionan que los artesanos en la actualidad utilizan hornos de tipo volcán por su amplia rentabilidad a nivel económico y a la vez por su facilidad de construcción y operación, éstos al ser construidos de forma empírica son ineficientes energéticamente, dependiendo a la vez del tipo de combustibles que se usen, siendo este aspecto ignorado debido a las emisiones contaminantes que ésta genera.

El aire del cantón Chambo se ha visto deteriorado en los últimos años por el aumento sin control de la producción de ladrillos de forma artesanal que están dispersas tanto en la zona rural, y como en el caso de nuestro estudio en la zona urbana, afectando la calidad del aire y el aspecto paisajístico (Jozer 2002). La cocción de los ladrillos al carecer de una tecnología moderna y al encontrarse en constante funcionamiento la calidad de todas las formas de vida disminuye.

2.2.6.1. Materia prima e insumos

Los insumos necesarios para la elaboración de ladrillos según (Chinga Pinargote y Zambrano Carranza 2022) como materia prima se utilizan materias orgánica como la arcilla e insumos no convencionales como el aserrín, y el estiércol, etc. ya que garantiza la calidad de los ladrillos, éstas tiene la función de mejorar elasticidad y consistencia que se requiere para convertirse en una

pasta plástica, así evitando la formación de fisuras e imperfecciones en el acabado (Cabrera Zuñiga y Faicán Zari 2019).

Arcilla

La arcilla es definida como una roca terrosa, que proviene de la destrucción de silicatos y aluminos que son considerados materiales antiguos, en este mismo sentido también es considerada como producto de la erosión química de las rocas. Sin embargo, expresa que la arcilla es un compuesto de minerales y sustancias coloidales que se han formado de la desintegración química de las rocas alúminas (García Romero y Suárez Barrios 2014).

La arcilla tiene propiedades las cuales brindan las condiciones perfectas para el proceso de fabricación de ladrillos.

Tabla 3-2: Propiedades de la arcilla

Propiedad	Definición
Tamaño pequeño de las partículas	Inferior a 2 μm
Elevada superficie específica	El intercambio sólido líquido depende de esta propiedad.
Capacidad de intercambio catiónico	Cambian fácilmente los iones fijados en su estructura, por otros existentes en las soluciones acuosas envolventes.
Capacidad de absorción	Absorbe agua u otras moléculas en el espacio interlaminar y en los canales estructurales. Este proceso se da en el interior.
Capacidad de adsorción	Interacción de tipo químico entre el adsorbente (arcilla) y adsorbato (agua). Este proceso se da en la superficie.
Hidratación y deshidratación	En el espacio interlaminar, su importancia es crucial para los procesos industriales.
Plasticidad	Efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras.
Tixotropía	Perdida de resistencia al moldear y su posterior restitución.

Fuente: García y Suárez (2023)

Aserrín

El aserrín es un subproducto de la madera y es un material poroso y ligero que se utiliza en diversas aplicaciones industriales y domésticas, como el combustible, la fabricación de tableros de partículas, la producción de papel y como absorbente de líquidos. El aserrín puede ser un contaminante ambiental si no se maneja adecuadamente, ya que puede emitir partículas finas y sustancias químicas tóxicas en el aire y en el agua. Se ha demostrado que la adición de aserrín fino en ladrillos de mampostería es viable, ya que el tiempo de cocción de este tipo de ladrillo se reduce lo que da como resultado una gran disminución del costo de fabricación y a su vez ayuda a que el desperdicio de los aserraderos (Deulofeuth Carrera y Severiche Hernandez 2018).

Sin embargo, el aserrín es altamente contaminante para el medio ambiente, puede ser una fuente de material particulado fino (PM2.5), que puede contener compuestos orgánicos volátiles (COV) que se emiten en el aire cuando se queman o se descomponen. Estos compuestos pueden tener efectos negativos en la calidad del aire y en la salud humana. Además, si el aserrín se desecha incorrectamente, puede contaminar el agua y afectar la calidad del agua potable y de los ecosistemas acuáticos. Por lo tanto, es importante manejar adecuadamente el aserrín y utilizar prácticas adecuadas de gestión de residuos para reducir su impacto ambiental (Deulofeuth Carrera y Severiche Hernandez 2018).

En cuanto a la afectación a la salud humana, el aserrín puede causar numerosos problemas respiratorios significativos como el asma, la bronquitis crónica y otros problemas respiratorios causados por las alergias. Además, el aserrín también puede causar dermatitis, ronchas y cánceres pulmonares, gastrointestinales y nasales. Se ha comprobado que el aserrín de algunas maderas es tóxico para el cuerpo humano.

2.2.6.2. *Materiales usados como combustible*

Los productores de ladrillos utilizan combustibles de bajo costo, la cual se entiende como combustible a cualquier sustancia que al combinarse con el oxígeno desprende calor. Se utilizan diversos materiales para la combustión de los ladrillos entre algunos se tiene la leña, llantas fuera de uso, envases plásticos, residuos industriales, basura, entre muchos otros más (Quiroz Carranza, Cantú Gutiérrez y García Martínez 2021).

Debido a su bajo costo y adquisición, la leña es uno de los materiales más utilizados para la cocción de los ladrillos debido a los bajos costos que implica, sin embargo son también de baja calidad realizando una combustión incompleta y esto genera grandes cantidades de contaminantes tóxicos causando daños irreversibles a toda forma de vida (Chinga Pinargote y Zambrano Carranza 2022).

Tabla 4-2: Efectos de los contaminantes generados según el tipo de combustible empleado

Combustible	Efecto de la contaminación	Efecto adicional sobre el entorno
Llantas usadas	Muy alto, cancerígeno	Humo negro Ennegrecimiento del entorno, suelo, casas, etc.
Plásticos (bolsas, botellas, etc.)	Muy alto, cancerígeno	No precisado
Leña seca de eucalipto u otra especie	Medio	Deforestación por consumo indiscriminado Erosión de suelos Disminución de lluvia
Cáscara de arroz o café	Medio	Aprovechamiento de residuos

Combustible	Efecto de la contaminación	Efecto adicional sobre el entorno
Aserrín de madera	Medio	Aprovechamiento de residuos
Hidrocarburo líquido (diésel, residual)	Medio	Riesgo de contaminación de suelos por derrame
Carbón de piedra (Atracita)	Bajo	No representativo

Fuente: (Gutiérrez 2013).

En el sector ladrillero del cantón Chambo, se utiliza para la combustión la leña de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) ya que se obtiene fácilmente y la comercialización a las industrias se la hace de manera directa (Cepeda & Robalino 2018). Es importante concientizar a los propietarios de las fábricas de ladrillos que el uso de llantas y plásticos es muy perjudicial para la salud de las personas inclusive puede poner en riesgo la salud de ellos mismo y de sus trabajadores ya que este tipo de materiales al ser utilizados como combustibles puede llegar a causar una enfermedad grave como el cáncer, por lo tanto, bajo ninguna circunstancia debería utilizarse dichos materiales como combustible.

2.2.7. Contaminantes que emiten las ladrilleras

Según la (Organización Mundial de la Salud 2005), los contaminantes emitidos depende de los tipos de combustibles utilizados en donde indica que se liberan monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de nitrógeno (NO₂), material particulado (MP) y dióxido de azufre (SO₂). La informalidad, el uso de combustibles de baja calidad desuso de tecnologías actualizadas son las principales causas de la exposición a habitantes de gases que al ser expuestos directamente afectan a la salud.

2.2.7.1. Material particulado

El material particulado atmosférico abarca todas las partículas que se hallan en el aire, ya sean sólidas o líquidas, a su vez estas partículas pueden ser sedimentables o estar en suspensión; pudiendo ser su origen natural o antropogénico. La emisión de las partículas a la atmósfera puede realizarse de manera directa, denominándose así partículas de tipo primario; por otra parte, serán partículas de tipo secundario si son generadas por reacciones químicas típicas de la atmósfera. Dependiendo de las características químicas y físicas de las partículas, estas pueden participar en procesos fisicoquímicos atmosféricos y meteorológicos que se desenvuelven a escala global, regional, urbana; mediante la formación de nubes, originando núcleos de condensación de vapor de agua o alterando el balance radiactivo de la tierra debido a que altera la reflexión de la radiación solar, o proveyendo de superficies para el desarrollo de reacciones químicas heterogéneas (Villacrés 2015).

Así mismo material particulado se compone de fragmentos de minerales, productos de combustión incompleta, cenizas, hollín, humos de combustión de carbón, aerosoles, entre otros, siendo las principales fuentes las actividades humanas como el transporte vehicular y la industria (Saldarriaga 2019).

Clases de material particulado

El material particulado está conformado por partículas de diversos tamaños menores a 100 micrones, en estado sólido o líquido, exceptuando el agua que no ha sido combinada con ninguna otra sustancia. Entre las partículas que están formando parte del material particulado están las de mayor tamaño, el material particulado sedimentable, luego el material particulado₁₀ y finalmente el material particulado 2.5.

- El material particulado sedimentable está conformado por partículas sólidas o líquidas, que miden aproximadamente 10 micrones en adelante, y tienen la capacidad de permanecer suspendidas en el aire de manera temporal.
- El material particulado con un diámetro menor a 10 micrones, que se abrevia PM₁₀.

El material particulado que posee un diámetro menor a 2.5, que se abrevia PM_{2.5} (Augusto y Suárez 2012). El material particulado genera un impacto negativo en la salud humana, a la vez que provoca daños en la flora y fauna. Este presenta una alta complejidad como componente de la atmósfera, su estudio consiste en un desafío científico tanto experimental como teórico.

Diversos estudios conectan la exposición a la contaminación por partículas con una variedad de problemas de salud, que incluyen: Irritación de los ojos, nariz y garganta, tos, opresión en el pecho y dificultad para respirar, función pulmonar reducida, latido del corazón irregular, ataques de asma, ataques al corazón, muerte prematura en personas con enfermedad cardíaca o pulmonar (Claro 2020).

El material particulado según sus diámetros se aloja en el organismo, en el gráfico que se presenta a continuación, se puede observar los depósitos versus el diámetro de la partícula.

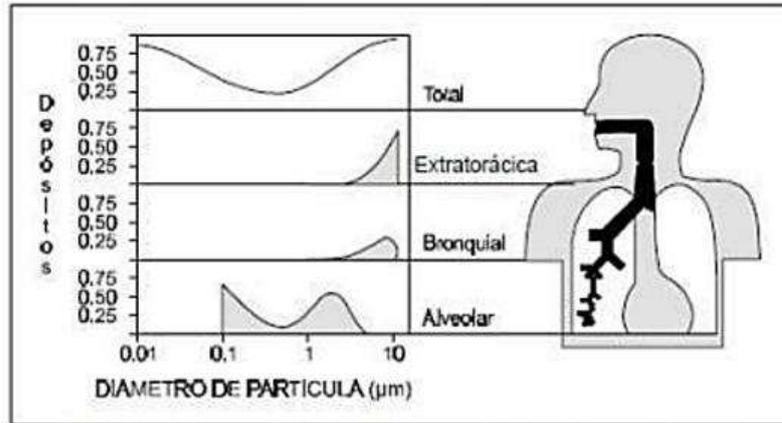


Ilustración 1-2: Depósito de partículas en el tracto respiratorio según sus diámetros

Fuente: (Saldarriaga 2019)

Fuentes de generación de material particulado

El MP puede ser dispersado directamente a la atmósfera a partir de diferentes fuentes antropogénicas o naturales; o por reacciones químicas, o procesos de condensación. Los contaminantes naturales ocurren con mayor frecuencia que las antropogénicas, sin embargo, estos últimos constituyen la amenaza más significativa. En el gráfico 2-2 se pueden observar las fuentes de generación de material particulado.

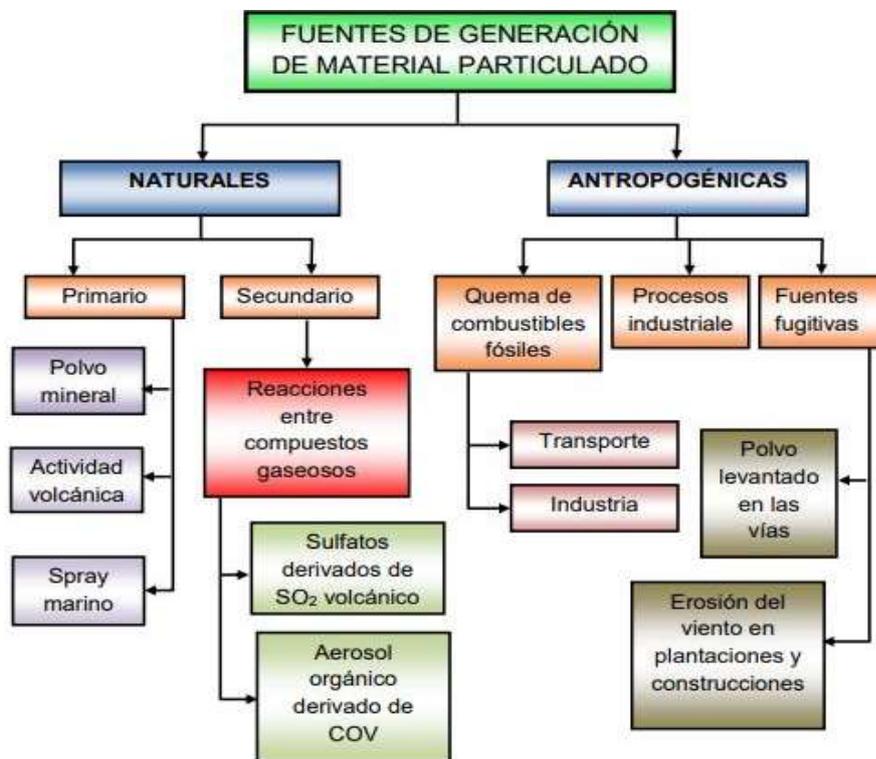


Ilustración 2-2: Fuentes de generación de material particulado

Fuente: (Vivar 2014)

Material particulado sedimentable

El material particulado sedimentable está constituido por partículas que se encuentran en el aire y que se depositan por efecto de la acción gravitacional (deposición seca), y por contaminantes en estado gaseoso, y partículas no sedimentables que son arrastradas por la lluvia o nieve (deposición húmeda) (Bravo Vásquez 2017).

2.2.7.2. Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Los NO_x son una familia de siete compuestos derivados del Nitrógeno. Uno de estos es el dióxido de nitrógeno (NO₂), el cual es la forma más prevalente de NO_x en la atmósfera y se genera a partir de la realización de actividades humanas. El NO₂, también es regulado, debido a que es uno de los grandes contaminantes del aire, actuando como un solo componente o reaccionando en la atmósfera para formar ozono (O₃) y lluvia ácida. Otro de los derivados importantes es el óxido nítrico (NO), que es un gas incoloro que se genera por la combinación del nitrógeno (N₂) y del oxígeno (O₂) de la atmósfera en los procesos de combustión (Acuerdo Ministerial 097-A Anexos del TULSMA 2015). La creciente demanda de energía, especialmente en el sector industrial, dará como resultado la expulsión de grandes cantidades de estos contaminantes en países en desarrollo (Claro 2020).

En la atmósfera, los NO_x pueden reaccionar con otros compuestos para formar ozono (O₃) a nivel del suelo, que puede causar problemas respiratorios en los seres humanos. También pueden contribuir a la formación de lluvia ácida, que puede acidificar los cuerpos de agua y los suelos, dañando los ecosistemas y afectando la calidad del agua potable. Además, los NO_x pueden contribuir al cambio climático. El NO₂ es un gas de efecto invernadero que puede atrapar el calor en la atmósfera y aumentar la temperatura global. Los NO_x también pueden contribuir a la formación de partículas finas en el aire, que pueden afectar la salud respiratoria de las personas. Por lo tanto, es importante controlar las emisiones de NO_x a través de tecnologías de control de emisiones en vehículos y plantas de energía, así como a través de prácticas de gestión de la combustión más eficientes. También se pueden implementar políticas y regulaciones para reducir la emisión de NO_x y así proteger la salud humana y el medio ambiente.

2.2.8. Calidad de aire en el cantón Chambo

El aire del cantón Chambo se ha contaminado mayormente en los últimos años, debido a la proliferación indiscriminada de fábricas de ladrillos, en el proceso de fabricación de ladrillo consta la etapa de cocción, la cual se lo realiza en grandes hornos con capacidad de 20.000

ladrillos o más, los cuales deben ser cocinados por algunos días, durante las 24 horas del día con la quema de leña de árboles de eucalipto, dicha cocción produce grandes emanaciones de gases que contaminan el aire (Cambo 2019). El proceso de fabricación de ladrillos se lo puede observar en el gráfico 3-2.

2.2.8.1. Impactos identificados en el ambiente por el proceso de cocción del ladrillo

Los impactos en el ambiente derivados al proceso de cocción de los ladrillos se los describe a continuación:

- **Generación de material particulado, polvo, gases y sólidos sedimentables**

La generación de material particulado, polvo, gases y sólidos sedimentables es uno de los resultados del proceso de cocción del ladrillo, el mismo que es considerado como impacto severo ya que constituyen la fuente de alteración más importante de la calidad del aire. Los gases asociados a la combustión son CO₂, CO, NO_x, SO_x, COV_s, los mismos que gracias al viento se expanden por diferentes zonas, lo que causa molestias a los pobladores y afectaciones al medio biótico (Rojas Pérez 2020).

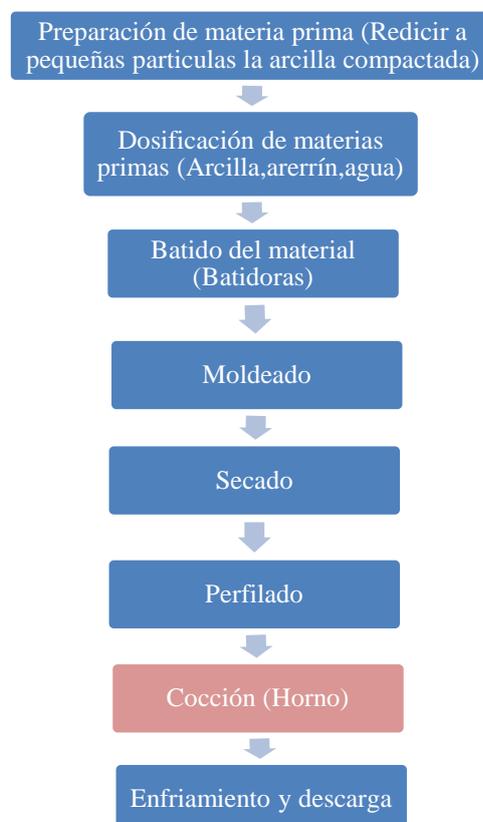


Ilustración 3-2: Proceso de fabricación de ladrillos

Fuente: (Gavilanes Castillo y Santellán Naulasaca 2016)

- **Alteración estética del paisaje**

La alteración estética del paisaje es considerada un impacto severo, ya que las modificaciones estéticas realizadas ante la existencia de una ladrillera, generan contaminación visual por el humo que genera el horno de cocción. Además, la falta de aplicación de ordenanzas municipales que regulen su ubicación incrementa el impacto visual para las personas que habitan cerca de este tipo de negocios y para las personas que transitan por la zona (Rojas Pérez 2020).

- **Afectación en la salud de las personas**

Debido a las características del proceso de fabricación del ladrillo, las personas que se ven afectadas de una u otra forma son las que evitan en los alrededores de las ladrilleras, sin embargo, al no existir registros médicos que corroboren dichas afirmaciones, no es posible aseverar dicha suposición (Rojas Pérez 2020).

- **Afectación a la salud de los trabajadores**

La afectación en la salud de los trabajadores que laboran en las ladrilleras se considera como impacto crítico, ya que realizan continuamente trabajos forzados y están expuestos a contaminantes atmosféricos producidos en el proceso de cocción (Rojas Pérez 2020).

2.2.9. Métodos de medición de la calidad del aire

Existen diversos métodos para la medición de contaminantes atmosféricos, estos métodos se agrupan según sus principios de medición: Muestreo pasivo, Muestreo con Bioindicadores, Muestreo activo, Método automático, Método óptico de percepción remota.

2.2.9.1. Muestreo con bioindicadores

Este método utiliza especies vivas, por lo general especies vegetales, es decir plantas o árboles, donde su superficie funge como receptora de contaminantes. Sin embargo, la metodología no está estandarizada. Su uso se basa principalmente para evaluar los efectos de la calidad del aire; es en este sentido que la capacidad de la planta para acumular contaminantes o la estimación de los contaminantes en su metabolismo, o el cambio de apariencia en la misma, se presentan como resultados en este método. Las ventajas de la utilización de este método radican en su bajo costo, y su facilidad para identificar la presencia y efectos de los contaminantes; las desventajas es que tiene inconvenientes con la estandarización y procedimientos (Ecología 2012).

2.2.9.2. Muestreo activo

El método consiste en succionar el aire a muestrear a través de un medio de colección físico o químico, es necesaria la energía eléctrica. Este método está basado en valores promedio por día es decir 24 horas. Los muestreadores activos se dividen en burbujeadores (gases) e impactadores (partículas). Sus ventajas es que es fácil de operar, su costo es relativamente bajo y son muy confiables; entre sus desventajas tenemos que no se aprecian valores mínimos ni máximos, y se necesita análisis de laboratorio.

2.2.9.3. Método automático

Este método es uno de los mejores de alta resolución de sus mediciones, las mediciones las hace de forma continua. Los contaminantes que se puede establecer son; PM_{10} - $PM_{2.5}$, CO, SO_2 , NO_2 , O_3 ; pero también mercurio y compuestos orgánicos volátiles. Las muestras colectadas se analizan mediante cromatografía de gases y espectroscopia. Los equipos que se utilizan para este método es monitores de partículas y analizadores automáticos, estos últimos se utilizan para especificar la concentración de gases contaminantes en el aire; mientras que los monitores de partículas ayudan a determinar la concentración de partículas suspendidas, especialmente PM_{10} y $PM_{2.5}$. una de sus principales ventajas es que al cargar la muestra el sistema nos proporciona las lecturas de las concentraciones automáticamente y en tiempo real, además que se obtiene valores mínimos y máximos por lo que se puede establecer situaciones de alerta. Su principal desventaja es que el costo de aplicación de este método es muy elevado por la adquisición de los equipos y la operación, demanda de personal capacitado y calibraciones constantes.

2.2.9.4. Método óptimo de percepción remota

Este método está basado en técnicas espectroscópicas, “Transmiten un haz de luz de una cierta longitud de onda a la atmósfera y miden la energía absorbida”. Las mediciones de la concentración de los diversos contaminantes se las realiza en tiempo real. Los equipos que se utiliza para este método son sensores remotos. Sus ventajas además de valores en tiempo real son: alta resolución, se puede realizar mediciones de fuentes específicas, de multicomponentes mediciones verticales en la atmosfera. Sus desventajas es el costo muy elevado, para su aplicación se necesita de personal altamente capacitado.

Como se pudo observar anteriormente existen muchas formas de medir la contaminación del aire los cuales abarcan métodos químicos simples o métodos de algunas técnicas electrónicas más sofisticadas, sin embargo, para este estudio se utilizará el método de muestreo pasivo.

2.2.9.5. *Muestreo pasivo*

El muestro pasivo es la “técnica de muestreo basada en el principio de difusión y permeación de los gases, donde las moléculas que desean ser analizadas presentes en el aire son captadas mediante el reactivo presente en el interior del captador, se emplean exclusivamente para gases que se desee conocer concentraciones promediadas en un lapso de tiempo prolongado” (Herrera et al. 2014).

El muestreo pasivo es una técnica de muestreo ambiental que se utiliza para medir la concentración de contaminantes en el aire, como los NO_x y el material particulado. A diferencia del muestreo activo, en el que se utiliza un equipo de muestreo que aspira el aire a través de un filtro, en el muestreo pasivo se utiliza un material absorbente que se expone al aire durante un período de tiempo determinado.

Efectivamente, para medir NO_x, se utiliza un material absorbente, como los filtros de sulfato de plomo, que reaccionan con los óxidos de nitrógeno para formar nitrato de plomo. La cantidad de nitrato de plomo formado es proporcional a la concentración de NO_x en el aire. Para medir el material particulado, se utilizan filtros de fibra de vidrio o de cuarzo, que retienen las partículas suspendidas en el aire. La cantidad de partículas retenidas en el filtro es proporcional a la concentración de material particulado en el aire.

El muestreo pasivo tiene la ventaja de ser fácil de realizar y de bajo costo en comparación con el muestreo activo. Además, el muestreo pasivo no requiere electricidad ni energía para operar, lo que lo hace ideal para su uso en áreas remotas o donde no hay acceso a la energía eléctrica. Sin embargo, el muestreo pasivo tiene la limitación de que no permite una medición en tiempo real y puede ser afectado por la variabilidad temporal y espacial de la contaminación del aire. Además, la precisión del muestreo pasivo puede verse afectada por las condiciones meteorológicas, como la velocidad y dirección del viento, y la temperatura y humedad del aire.

La técnica de muestreo pasivo se caracteriza por la ausencia de sistemas de bombeo en los equipos de muestreo. En su lugar, el flujo de aire se controla por un proceso físico, como la difusión. Los tubos de difusión son considerados como el mejor ejemplo de esta técnica, ya que emplean un diseño simple que utiliza diversas formulaciones de absorbentes adecuados para un amplio rango de aplicaciones de contaminantes orgánicos e inorgánicos. Aunque los tubos de difusión se pueden utilizar para medir una variedad de sustancias, los más confiables y, por lo tanto, los más comúnmente utilizados, se destinan a la medición de óxidos de nitrógeno y benceno.



Imagen 1-2: Captadores pasivos

Fuente: (Saldarriaga 2019)

Para el caso del material particulado sedimentable, los tubos utilizados en el muestreo tienen una longitud de 71 mm y un diámetro interno de 11 mm. Uno de sus extremos contiene una malla de acero cubierta con papel filtro donde se recolectan las partículas suspendidas en el aire. Por otra parte, en el caso del NO_x se emplearon tubos de sangre, los cuales fueron aislados con cinta negra para evitar el ingreso de los rayos luminosos solares. Es importante destacar que la distribución y recolección de los tubos se lleva a cabo de manera manual para garantizar la precisión del muestreo.

Ventajas y limitaciones de este método

En la tabla 5-2 se puede visualizar las ventajas y limitaciones del método de muestreo pasivo, donde se puede observar las ventajas son mayores que las limitaciones, es así que como se mencionó anteriormente este método es el escogido para la realización del presente trabajo.

Tabla 5-2: Ventajas y limitaciones del método de muestreo pasivo

Ventajas	Limitaciones
Simplicidad operativa, mínima necesidad de mano de obra.	Es necesario conocer exactamente la concentración equivalente del muestreo para cada contaminante y tipo de captador.
No es necesario actividades de mantenimiento y calibración	La invariabilidad de la concentración equivalente de muestreo y su valor relativamente bajo.
La fiabilidad del método es aceptable.	Presenta sensibilidad a factores ambientales físicos y químicos.
La probabilidad de errores humanos es mínima.	El tiempo de muestreo es prolongado.
Tiene bajo costo, son sencillos y útiles para un estudio base.	-

2.2.10. Base legal

En la legislación ecuatoriana existe un importante número de leyes, las más importantes son las que están contenidas en la Constitución (2008), siguiendo con la jerarquía los tratados y convenios internacionales son los que se encuentran en segundo lugar, luego las leyes orgánicas, leyes ordinarias, normas regionales y ordenanzas distritales, decretos, reglamentos, ordenanzas, acuerdos y resoluciones. En lo referente al marco jurídico de la legislación ambiental ecuatoriana, las principales leyes son:

- Constitución de la República del Ecuador.
- Código Orgánico del Ambiente.
- Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente.
- Acuerdos ministeriales (No. 097-A).

Norma de calidad del aire por la OMS 2022

La normativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en lo referente a la calidad del aire establece una evaluación de los efectos sanitarios originados por la contaminación del aire, así mismo los niveles de contaminación perjudiciales para la salud. Según lo establecido por la OMS, las directrices se aplican en todo el mundo, puesto que, las evaluaciones han sido realizadas por expertos en lo referente a material particulado (MP), dióxido de nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃), Dióxido de Azufre (SO₂). En la tabla 2-2, presentada anteriormente se muestran los niveles máximos permitidos que establece la OMS.

2.2.10.1. Acuerdo Ministerial 097-A Anexos del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

El Acuerdo Ministerial 097-A Anexos del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, publicado en el Registro Oficial – Edición Especial N°387 del 4 de noviembre del 2015, es un instrumento legal emitido por el Ministerio del Ambiente de Ecuador en el año 2017. Este acuerdo establece una serie de anexos al Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, que contienen los límites máximos permisibles de emisión (LMP) de contaminantes atmosféricos para diversas actividades industriales.

El objetivo principal del Acuerdo Ministerial 097-A es establecer medidas de protección ambiental para prevenir, controlar y reducir la contaminación atmosférica generada por las actividades humanas. Para ello, se establecen los LMP de contaminantes atmosféricos como el SO₂, el NO₂, el CO, los óxidos de carbono (COx), los COV, los hidrocarburos totales (HT) y las partículas totales en suspensión (PTS), entre otros.

Los anexos establecen los LMP para diversas actividades industriales, como las industrias químicas, las centrales térmicas, las fuentes móviles y las instalaciones de almacenamiento de combustible. Además, también se establecen los procedimientos para la medición y control de las emisiones, así como las sanciones en caso de incumplimiento de los LMP establecidos. En resumen, el Acuerdo Ministerial 097-A Anexos del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente es un instrumento legal que establece los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes atmosféricos para diversas actividades industriales en Ecuador, con el objetivo de prevenir y controlar la contaminación atmosférica generada por las actividades humanas y proteger la salud pública y el medio ambiente. Dentro de la normativa establecida se tomará en consideración los literales:

- Valores máximos permisibles de concentraciones de emisión.

Los gases de combustión de todas las fuentes, incluidas las fuentes de combustión abierta, deben ser evacuados por una chimenea correctamente dimensionada, que debe cumplir con los requisitos indicados en esta norma para el monitoreo de emisiones.

- Los valores máximos de concentraciones de emisión permitidos para fuentes fijas de combustión abierta (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente 2017).

Tabla 6-2: Límites máximos permisibles de concentración de emisión de contaminantes al aire para fuentes fijas de combustión abierta

Contaminante	Combustible	Fuente fija existente (mg/Nm ³)
Material particulado	Sólido sin contenido de azufre	200
	Fuel oil	200
	Diesel	150
Óxidos de nitrógeno	Sólido sin contenido de azufre	800
	Fuel oil	700
	Diesel	500
	Gaseoso	200

mg/Nm³: miligramos por metro cúbico de gas de combustión en condiciones normales, 760 mmHg. de presión y temperatura de cero grados centígrados (0 °C), en base seca y corregidos al 18% de oxígeno (O₂).

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2015.

Tabla 7-2: Concentraciones de contaminantes criterio que definen los niveles de alerta, de alarma y de emergencia en la calidad del aire

Contaminante y período de tiempo	Alerta	Alarma	Emergencia
Material particulado PM 10 Concentración en veinticuatro horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	250	400	500
Material Particulado PM 2.5 Concentración en veinticuatro horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	150	250	350
Dióxido de Nitrógeno Concentración promedio en una hora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1000	2000	3000

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramos por metro cúbico.

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2015.

En el caso de efectuar mediciones sin previa medición del tamaño de las partículas se puede considerar la definición de partículas sedimentables dada por el Acuerdo Ministerial 097-A, en la sección 4.1.2 Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente. En este sentido, “la máxima concentración de una muestra, colectada durante 30 (treinta) días de forma continua, será de un miligramo por centímetro cuadrado ($1 \text{ mg}/\text{cm}^2 \times 30 \text{ d}$)”. Mientras tanto que en el caso del Dióxido de nitrógeno (NO_2), la concentración máxima en (1) una hora no deberá exceder doscientos microgramos por metro cúbico ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de investigación

La investigación tuvo un enfoque cualitativo y cuantitativo. Desde el enfoque cualitativo se recopiló la información referente a la evaluación de NOx y material particulado sedimentable producidos por las ladrilleras sector urbano del cantón Chambo, provincia de Chimborazo, a través de la revisión literaria del tema expuesto anteriormente. Por su parte, también se planteó un enfoque cuantitativo, porque se obtuvo información susceptible de ser procesada y analizada estadísticamente.

3.2. Nivel de investigación

La investigación fue de tipo exploratoria, porque se buscó conocer el nivel de contaminación por NOx y material particulado sedimentable que producen las ladrilleras del sector urbano del cantón Chambo provincia de Chimborazo. La investigación exploratoria es apropiada en las etapas iniciales del proceso de la toma de decisiones. Usualmente, esta investigación está diseñada para obtener un análisis preliminar de la situación con un mínimo de costo y tiempo. Así también el alcance fue descriptivo, ya que se dio a conocer el proceso de evaluación de la contaminación por NOx y material particulado sedimentable de las ladrilleras del cantón Chambo.

3.3. Diseño de investigación

El diseño que se planteó para este estudio fue no experimental observacional, transversal y de campo.

3.4. Según la manipulación o no de la variable independiente

En el marco de la investigación no experimental no se manipuló la variable ni se tomaron muestras de NOx y material particulado sedimentable y posteriormente dicha información fue analizada en un laboratorio con el fin de determinar el nivel de contaminación que genera las ladrilleras del cantón Chambo.

3.5. Según las intervenciones en el trabajo de campo

El presente estudio fue transversal, ya que los datos se recopilaron una sola ocasión.

3.6. Tipo de estudio

El presente estudio fue bibliográfico y de campo. Bibliográfico porque se obtuvo información en libros, tesis, artículos científicos indexados, manuales, resoluciones y otros y de campo por que la recolección de los datos se dará en las ladrilleras del cantón Chambo.

3.7. Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra

Actualmente están catastradas más de 150 ladrilleras, no obstante, se conoce que operan más de 200 a nivel cantonal, siendo la zona de “Jesús del Gran Poder” y del “Quinto” donde se concentran estas dentro de la zona urbana del Cantón (Murillo 2020).

3.7.1. Proceso de planificación

Previo a la selección de la muestra se acudió al GAD Municipal del cantón Chambo para solicitar información de los puntos georreferenciados de las ladrilleras que operan en al área urbana del cantón. A partir de la información recopilada se aplicó una entrevista semiestructurada (Anexo D) a los propietarios de 39 ladrilleras (Li), con la finalidad de indagar acerca de la capacidad de producción de cada una, los aspectos inherentes al proceso de producción, los residuos generados y otras particularidades. Dicha información sirvió de base para establecer los criterios de inclusión y exclusión para la selección de los puntos de muestreo (Pi).

Tabla 1-3: Localización de las ladrilleras de la entrevista

Li	Coordenadas		Li	Coordenadas		Li	Coordenadas	
	X	y		x	y		x	y
L1 (P1)	767 243	9 807 927	L14	767 535	9 807 920	L27	766 914	9 808 886
L2 (P2)	767 881	9 808 042	L15	767 389	9 807 953	L28	767 947	9 809 132
L3 (P3)	767 003	9 808 775	L16	767 792	9 808 034	L29	767 677	9 809 112
L4 (P4)	767 967	9 809 085	L17	767 541	9 808 031	L30	767 375	9 809 102
L5 (P5)	767 444	9 809 226	L18	767 368	9 808 007	L31	767 107	9 809 101
L6	767 953	9 807 777	L19	767 624	9 808 183	L32	766 895	9 809 131
L7	767 812	9 807 758	L20	767 302	9 808 148	L33	767 877	9 809 225
L8	767 898	9 807 808	L21	767 618	9 808 421	L34	767 556	9 809 214
L9	767 743	9 807 828	L22	767 584	9 808 601	L35	767 293	9 809 207
L10	767 632	9 807 811	L23	767 043	9 808 627	L36	767 694	9 809 307

Li	Coordenadas		Li	Coordenadas		Li	Coordenadas	
	X	y		x	y		x	y
L11	767 530	9 807 781	L24	767 370	9 808 826	L37	767 440	9 809 348
L12	767 366	9 807 853	L25	767 678	9 808 976	L38	767 255	9 809 412
L13	767 873	9 807 945	L26	767 116	9 808 964	L39	767 361	9 809 500

Zona y banda UTM: 17 M.

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

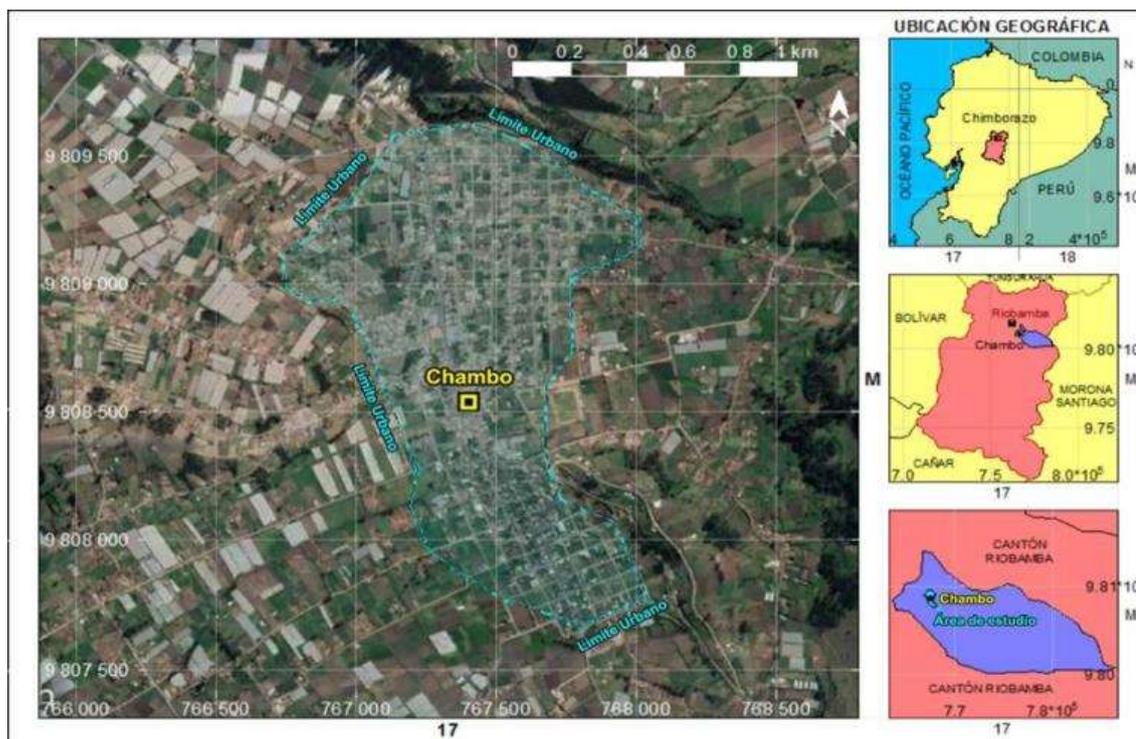


Ilustración 1-3: Ubicación geográfica del área de estudio

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

3.7.2. Selección de la muestra

En vista de la factibilidad operativa de ejecución de la investigación y con la finalidad de realizar las mediciones de NO_x y material particulado sedimentable se seleccionaron cinco puntos de muestreo correspondientes a ladrilleras localizadas en el área urbana de Chambo, en las que se desarrolla el proceso completo de fabricación y que se encuentran operando de madera permanente. Entre los criterios de inclusión establecidos constan los siguientes: se seleccionaron lugares donde existen varias ladrilleras (al menos cuatro ladrilleras por manzana) como es el caso del punto de muestreo P3 en el barrio Jesús del Gran Poder, de igual manera ladrilleras localizadas en una zona con alta concentración de residentes en su alrededor como sucede en los puntos de muestreo P4 y P5 en el barrio El Carmen, un lugar con pocos residentes como sucede en el punto de muestreo P1 en el barrio San Juan, un lugar en donde existen invernaderos y producción

agrícola en su entorno como ocurre en el punto de muestreo P2 en el barrio El Cuba. Como criterio de exclusión para los puntos de muestreo de las ladrilleras se estableció que en las inmediaciones no exista gran flujo vehicular, con la finalidad de evitar un sesgo en las mediciones obtenidas. En este sentido, los puntos de muestro se ubican a varios metros de las calles.

Paralelamente, para comparar el efecto de la contaminación proveniente del funcionamiento de las ladrilleras, se establecieron dos puntos de muestreo adicionales, localizados en áreas en las que no operan ladrilleras. De esta manera se seleccionaron los puntos de muestreo P6 y P7, siendo que el primero de ellos se localiza en el barrio Central donde existe hay un considerable flujo de personas y vehículos por tratarse de una vía principal, mientras que el punto de muestreo P7 se localiza en una zona residencial con poca afluencia vehicular. A continuación, se presenta el detalle de la localización de los puntos de muestreo seleccionados (Pi) y la fecha en que se llevó a cabo las mediciones de NOx y material particulado sedimentable:

Tabla 2-3: Información de la localización de los puntos de muestreo y fechas de medición

Pi	Barrio	Tipo	x	y	Fecha de inicio	Fecha de finalización
P1	San Juan	Ladrillera	767 243	9 807 927	21 marzo	18 abril
P2	El Cuba	Ladrillera	767 881	9 808 042	22 marzo	19 abril
P3	Jesús del Gran Poder	Ladrillera	767 003	9 808 775	23 marzo	20 abril
P4	El Carmen	Ladrillera	767 967	9 809 085	28 marzo	25 abril
P5	El Carmen	Ladrillera	767 444	9 809 226	14 abril	11 mayo
P6	Central	Zona residencial	767 347	9 808 345	21 marzo	18 abril
P7	El Recreo	Zona residencial	767 170	9 808 871	21 marzo	18 abril

Zona y banda UTM: 17 M. El muestreo se llevó a cabo a partir del primer día que empieza la cocción del ladrillo.

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

3.7.3. *Proceso de muestreo*

Se colocaron los muestreadores en cada punto de muestreo establecido, conforme su detalle en la Tabla 2-3. Para el caso del material particulado sedimentable se realizó el monitoreo con un período de 30 días y para NOx se colocaron los muestreadores pasivos cada 7 días.

Preparación de muestreadores pasivos

La preparación de los muestreadores pasivos se realizó en el Laboratorio de Química Instrumental de la ESPOCH en la Facultad de Ciencias. Para el caso del material particulado sedimentable se emplearon tubos pasivos con la malla y filtro en su interior, contruidos a partir de envases colectores plásticos, PVC, papel filtro, malla de acero, marcador y alambre; empleándose también una balanza analítica para el pesaje de los filtros y una estufa para secado. Se emplearon tubos

plásticos tipo PVC como recipientes, con un diámetro de 14.5 cm y una altura de 20 cm, en línea con las normas de calidad del aire establecidas (Anexo 097-A). Estos recipientes se lavaron con detergente y agua destilada antes de su uso. Cada colector se etiquetó con un código de identificación alfanumérico correspondiente a los 7 puntos de muestreo (por ejemplo, P1).

Por otra parte, para el caso del NO_x se utilizaron una pipeta de 10 mL, un vaso de precipitación 250 mL, tubos de sangre aislados, cooler, hielo, agua destilada, balón de aforo, una balanza analítica y campana de gases, así como reactivos Trietanolamina (TEA) y N – butanol. En el análisis de muestreadores de NO_x se utilizaron pipetas de 1 mL, probetas de 100 mL, tubos muestreadores (recogidos después del periodo de monitoreo), varilla de agitación, agua destilada, una balanza analítica, campana de gases, Espectrofotómetro UV-visible, Naftilamina, Ácido acético y Ácido sulfanílico.

El proceso para crear captadores pasivos se divide en tres pasos. El primer paso es preparar los captadores pasivos. En segundo lugar, los captadores pasivos se colocan en los puntos de monitoreo predeterminados. Por último, los captadores pasivos se extraen y analizan en el espectrofotómetro UV-visible. La preparación de los muestreadores pasivos se realizó utilizando tubos de polipropileno de 75mm de alto y 12mm de ancho. Posteriormente, se trasladaron para su análisis y colocación siguiendo normas y técnicas de monitoreo que establecen parámetros como la temperatura, la exposición a la luz, entre otros. Cada siete días, se retiraron los captadores pasivos, se reemplazaron y se llevaron al laboratorio para su análisis.

3.8. Descripción del lugar de estudio

La investigación se realizará en el cantón Chambo ubicado en la república de Ecuador, provincia de Chimborazo, tiene una superficie de 163 km². Las coordenadas geográficas son: latitud - 1.73333, longitud -78,5833, (1° 43' 60" Sur, 78° 34' 60" Oeste). El clima oscila entre 0 y 18 C°. En el cantón operan aproximadamente 150 ladrilleras, de entre las cuales la mayoría cuentan con hornos, mientras que las que carecen de horno no realizan el proceso de cocción, únicamente los demás procesos (GADM Chambo 2019). En el gráfico que se muestra a continuación se presentan los puntos de muestreo, así como la ubicación geográfica de la provincia de Chimborazo en Ecuador, de Chambo en el territorio de la provincia y el área urbana del cantón.

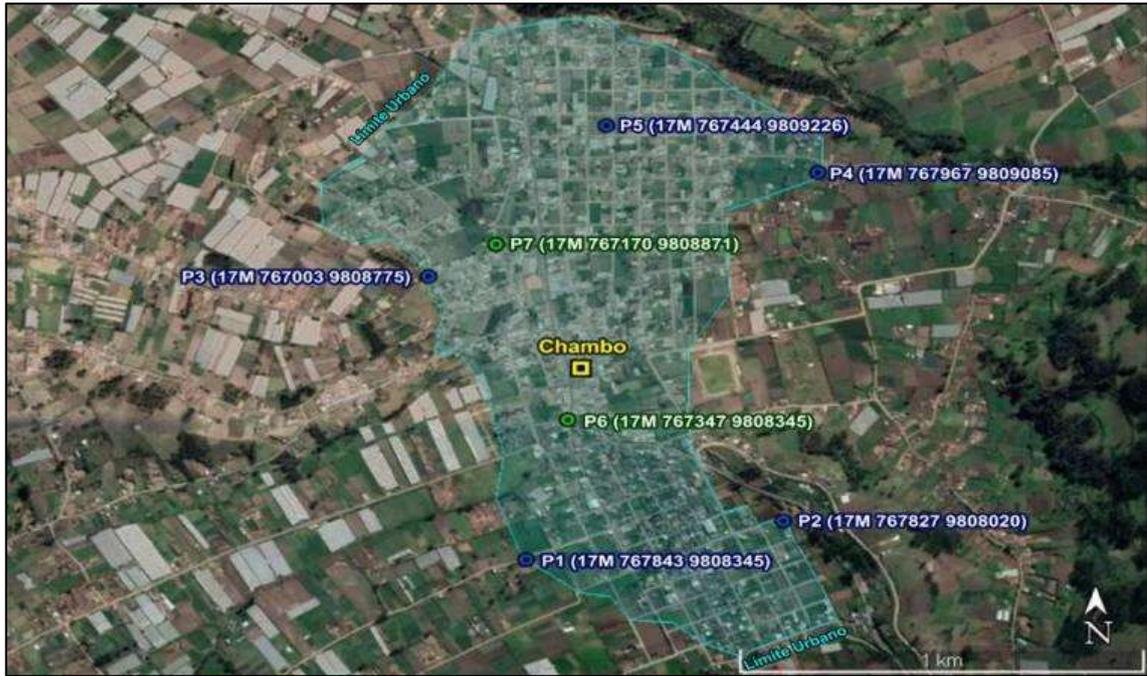


Ilustración 2-3: Localización de los puntos de muestreo

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

3.9. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

La técnica que se utiliza es la observación, puesto que permite determinar situaciones, fenómenos y acciones que se presenta en la cotidianidad del entorno de estudio. A continuación, se presentan las fórmulas para el cálculo de la concentración de NO_x, la masa de nitritos, el NO₂ en el ambiente, la corrección de la concentración ambiental de NO₂ de acuerdo a las condiciones particulares de la localidad, y del material particulado sedimentable:

3.9.1. NO_x

Se utilizó una curva de calibración para los datos de absorbancias con la concentración de nitrito en el tubo. Los datos para la curva de calibración fueron los siguientes:

Tabla 3-3. Concentración de calibración estándar y de nitrilos en el tubo.

Disolución estándar	Concentración de calibración estándar (µg/mL)	Concentración de nitritos en el tubo (µg/mL)	Absorbancia a 540 nm
A	60	0.741	1.05
B	30	0.370	0.54
C	15	0.185	0.27
Blanco	0	0	0

Fuente: Borge, et al., 2015.

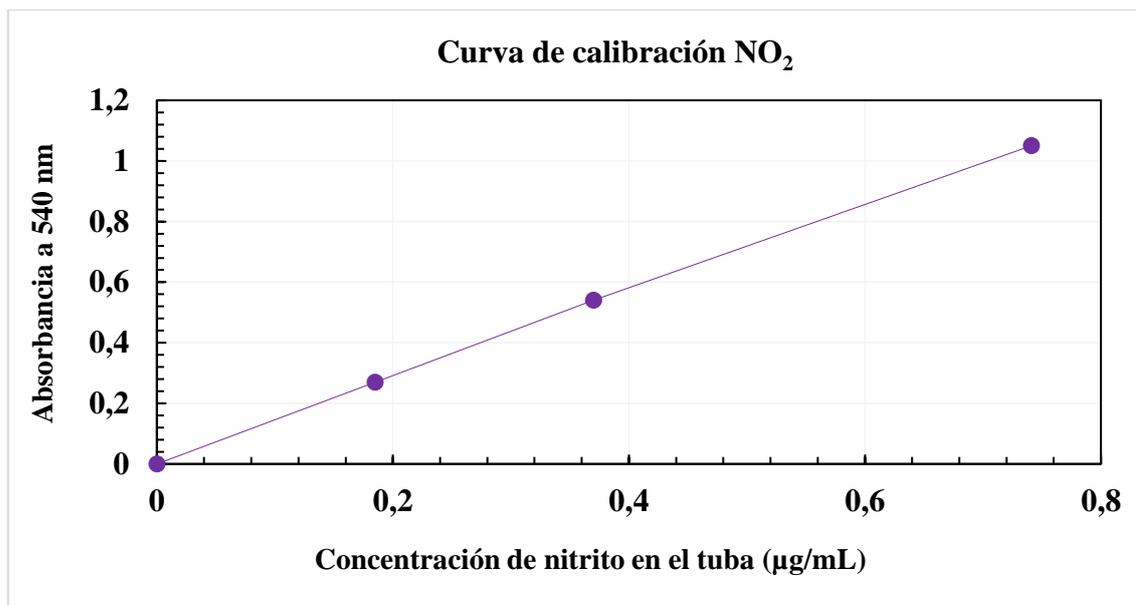


Ilustración 3-3: Curva de calibración NO₂

Fuente: Borge, et al., 2015.

Para el cálculo de la concentración del NO_x se utiliza la siguiente ecuación:

$$C_2 = \frac{C_1 \cdot Abs_2}{Abs_1} \quad (1)$$

Donde:

C₂ es la concentración de nitrito en el tubo (µg/mL).

C₁ es la concentración correspondiente a la absorbancia 1 en la curva de calibración (µg/mL).

Abs₁ es la absorbancia en la curva de calibración.

Abs₂ es la absorbancia de la muestra.

C₂ es obtenido directamente con el espectrofotómetro, para cada punto de muestreo (5 ladrilleras y 2 puntos blancos), durante el mes de estudio (1 datos por semana).

3.9.2. Masa de nitritos

La masa de nitritos se puede calcular a través de la siguiente fórmula:

$$m = C_2 \cdot V \quad (2)$$

Donde:

m es la masa de nitritos en el tubo (µg).

C₂ es la concentración obtenida mediante la regla de tres (µg/mL).

V es el volumen de los reactivos de color añadido (mL), que es constante.

3.9.3. Concentración de NO₂ en el ambiente

La concentración de dióxido de nitrógeno que existe en el ambiente se determina con la siguiente ecuación:

$$C = \frac{m \cdot L}{D_{12} \cdot A \cdot t} \quad (3)$$

Donde:

C es la concentración de NO₂ en el ambiente (µg/m³).

m es la masa de nitritos en el tubo (µg).

L es la longitud del tubo (m)

D₁₂ es el coeficiente de difusión de entre el NO₂-Aire (m²/s).

t es el período de muestreo (s).

A es el área transversal del tubo (m²).

3.9.4. Corrección de la concentración ambiental de NO₂ de acuerdo a las condiciones particulares de la localidad

La ecuación 4 se utiliza para calcular el valor corregido de la concentración ambiental de dióxido de nitrógeno de acuerdo a las condiciones particulares de la localidad:

$$C_c = C \cdot \frac{760 \text{ mmHg}}{P_{bl}} \cdot \frac{(273 + T)}{298 \text{ K}} \quad (4)$$

Donde:

C_c es la concentración corregida de NO₂ en el ambiente (µg/m³).

C es la concentración observada de NO₂ en el ambiente (µg/m³).

P_{bl} es la presión atmosférica local (mmHg).

T es la temperatura local (°C).

3.9.5. Material particulado sedimentable

El material particulado sedimentable se puede encontrar con la siguiente fórmula:

$$PAS = \frac{P_{\text{final}} - P_{\text{inicial}}}{A} \times 1 \text{ mes} \quad (5)$$
$$A = \pi \cdot r^2$$

Donde:

PAS es la concentración de polvo atmosférico sedimentable (mg·mes/cm²).

P_{inicial} es el peso inicial del filtro, obtenido después de salir del laboratorio (mg).

P_{final} es el peso final del filtro, obtenido después del período de muestreo (mg).

A es el área del filtro (cm^2).

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Información de ladrilleras

De la aplicación de las entrevistas se obtuvieron los siguientes resultados:

La capacidad de producción de la mayoría de las ladrilleras en estudio está entre las 15000 y 25000 unidades por carga. El tiempo de cocción de ladrillos en tres de cada cuatro fábricas tiene una duración de entre 7 y 9 días, donde la cocción en sí dura cuatro días y el resto del tiempo se ocupa en el enfriamiento. La materia prima para su fabricación es básicamente: agua, tierra y aserrín, existiendo otros aditivos de uso menos frecuente como: colada, leña o ceniza.

En la mayoría de los casos la periodicidad de la producción de ladrillos es usualmente cada mes. El combustible que utilizan todas las ladrilleras es leña, el cual es suministrado por los aserraderos; también existe el uso en poca medida de otros combustibles como: gasolina, electricidad y diésel, que son suministrados por las estaciones de servicio y la empresa eléctrica, respectivamente.

Todos los propietarios de las ladrilleras están conscientes que el funcionamiento de sus negocios genera cierta cantidad de residuos. Los principales residuos generados son la ceniza y la tierra colorada, aunque también se producen con menor frecuencia polvo de ladrillos. Los residuos generados por las fábricas son reutilizados en su totalidad para la elaboración de nuevos ladrillos, lo que sugiere una práctica positiva de reciclaje y aprovechamiento de los desechos. Esto podría contribuir a reducir el impacto ambiental de las ladrilleras al minimizar la cantidad de residuos desechados y promover una gestión más sostenible en el proceso de producción.

En cuanto a las percepciones entre los propietarios de ladrilleras acerca de si los residuos generados contaminan el medio ambiente, la mitad reconoce que sí existe contaminación y afectación para el ser humano debido al humo generado en el proceso de producción de ladrillos. Por otro lado, uno de cada cuatro propietarios sostiene que no hay contaminación, argumentando que el humo de leña no es perjudicial. Mientras que una de cada cinco personas considera que el humo es contaminante únicamente en el centro de la ciudad, finalmente una de cada 20 dueños menciona que la tala de árboles es una fuente de contaminación. Estas respuestas revelan diferentes niveles de conciencia ambiental y opiniones sobre las fuentes de contaminación asociadas con el funcionamiento de las fábricas de ladrillos en Chambo.



Ilustración 1-4: Ubicación de las ladrilleras

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

4.2. Concentración de NOx

La siguiente tabla muestra los valores de la concentración de NOx obtenido para los siete puntos de muestreos (Pi) durante las cuatro semanas de estudio:

Tabla 1-4: Concentración de NOx en las ladrilleras y zonas residenciales

Puntos de muestreo y geocalización					Concentración NOx (µg/mL)			
Pi	Barrio	Tipo	x	y	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
P1	San Juan	Ladrillera	767 243	9 807 927	0.0360	0.0260	0.0330	0.0430
P2	El Cuba	Ladrillera	767 881	9 808 042	0.0240	0.0190	0.0250	0.0240
P3	Jesús del Gran Poder	Ladrillera	767 003	9 808 775	0.0840	0.0200	0.0180	0.0370
P4	El Carmen	Ladrillera	767 967	9 809 085	0.0280	0.0240	0.0220	0.0290
P5	El Carmen	Ladrillera	767 444	9 809 226	0.0300	0.0430	0.0380	0.0600
P6	Central	Zona residencial	767 347	9 808 345	0.0580	0.0530	0.0540	0.0570
P7	El Recreo	Zona residencial	767 170	9 808 871	0.0300	0.0390	0.0370	0.0280

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

La masa de nitritos encontrados en el tubo de las ladrilleras y zonas residenciales, durante las semanas de estudio, se presenta en la tabla 2-4:

Tabla 2-4: Masa de nitritos en las ladrilleras

Puntos de muestreo y geolocalización					Masa nitritos (μg)			
Pi	Barrio	Tipo	x	y	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
P1	San Juan	Ladrillera	767 243	9 807 927	0.1620	0.1170	0.1485	0.1935
P2	El Cuba	Ladrillera	767 881	9 808 042	0.1080	0.0855	0.1125	0.1080
P3	Jesús del Gran Poder	Ladrillera	767 003	9 808 775	0.3780	0.0900	0.0810	0.1665
P4	El Carmen	Ladrillera	767 967	9 809 085	0.1260	0.1080	0.0990	0.1305
P5	El Carmen	Ladrillera	767 444	9 809 226	0.1350	0.1935	0.1710	0.2700
P6	Central	Zona residencial	767 347	9 808 345	0.2610	0.2385	0.2430	0.2565
P7	El Recreo	Zona residencial	767 170	9 808 871	0.1350	0.1755	0.1665	0.1260

El volumen del color es de 4.5 mL.

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

Los valores calculados de concentración de NO_2 en el ambiente de las ladrilleras, se indican en la tabla 3-4:

Tabla 3-4: Concentración de NO_2 en el ambiente de las ladrilleras

Punto de Muestreo	Tipo	Concentración de NO_2 en el ambiente ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
P1	Ladrillera	3.27602	2.36601	3.00301	3.91302
P2	Ladrillera	2.18401	1.72901	2.27501	2.18401
P3	Ladrillera	7.64404	1.82001	1.63801	3.36702
P4	Ladrillera	2.54801	2.18401	2.00201	2.63901
P5	Ladrillera	2.73001	3.91302	3.45802	5.46003
P6	Zona residencial	5.27802	4.82302	4.91402	5.18702
P7	Zona residencial	2.73001	3.54902	3.36702	2.54801

Longitud tubo: 0.1 m; Coeficiente D_{12} : 0.0000154 m^2/s ; Área transversal: 0.00004225 m^2 ; Tiempo: 2419200 s.

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

Los datos de la corrección de la concentración ambiental de NO_2 de acuerdo a las condiciones particulares de la localidad, existentes en las ladrilleras se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4-4: Corrección de la concentración de NO₂ en el ambiente de las ladrilleras

		Corrección a condiciones ambientales (µg/m ³)			
Punto de Muestreo	Tipo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
P1	Ladrillera	4.42520	3.19598	4.05644	5.28566
P2	Ladrillera	2.95014	2.33552	3.07306	2.95014
P3	Ladrillera	10.32548	2.45845	2.21260	4.54813
P4	Ladrillera	3.44183	2.95014	2.70429	3.56475
P5	Ladrillera	3.68767	5.28566	4.67105	7.37534
P6	Zona residencial	7.12950	6.51488	6.63781	7.00657
P7	Zona residencial	3.68767	4.79397	4.54813	3.44183

Pbl: 535.39 mmHg; T local: 10.57 °C (Ver valores en Anexo F).

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

En el gráfico 2-4 se da a conocer la concentración de NO₂ en el ambiente de las ladrilleras en estudio.

Los valores encontrados en la concentración de dióxido de nitrógeno en el ambiente para los 7 puntos durante las cuatro semanas, oscila entre los 2.21 y los 10.32 µg/m³. De lo cual se aprecia que, para la mayoría de los puntos de muestreo, no existe mayor variación en los valores de NO₂ entre las cuatro semanas, además se puede notar que en el punto de muestreo 6, que corresponde a la zona residencial, se presenta una mayor presencia de este compuesto químico.

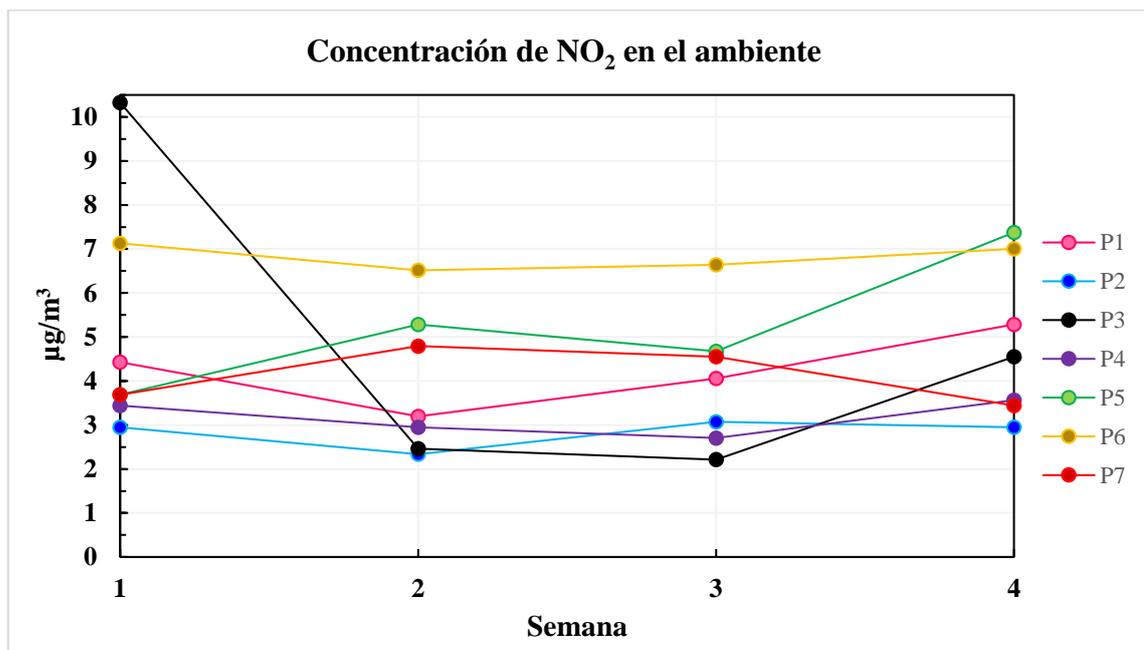


Ilustración 2-4: Concentración de NO₂ en el ambiente

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

En la siguiente tabla se muestra los valores promedio por semana y por hora de dióxido de nitrógeno, presentes en las ladrilleras, junto con el límite máximo permisible de alerta:

Tabla 5-4: Concentración de NO₂ promedio en el ambiente de las ladrilleras

Puntos de muestreo y geocalización				Concentración de NO ₂ promedio (µg/m ³)				Permisible	
Punto de Muestreo	Tipo	x	y	Promedio semanal	Desviación Estándar	Promedio por hora	Desviación Estándar	Sí	No
P1	Ladrillera	767 243	9 807 927	4.24082	0.8663	0.02524	0.00516	X	
P2	Ladrillera	767 881	9 808 042	2.82721	0.3329	0.01683	0.00198	X	
P3	Ladrillera	767 003	9 808 775	4.88616	3.7746	0.02908	0.02247	X	
P4	Ladrillera	767 967	9 809 085	3.16525	0.4061	0.01884	0.00242	X	
P5	Ladrillera	767 444	9 809 226	5.25493	1.5593	0.03128	0.00928	X	
P6	Zona residencial	767 347	9 808 345	6.82219	0.2926	0.04061	0.00174	X	
P7	Zona residencial	767 170	9 808 871	4.11790	0.6543	0.02451	0.00389	X	

Límite máximo permisible de alerta por hora: 200 µg/m³.

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

Todos los puntos de muestreo de análisis están bastante por debajo del límite máximo permisible de alerta de concentración de dióxido de nitrógeno, como se puede apreciar en el gráfico 3-4.

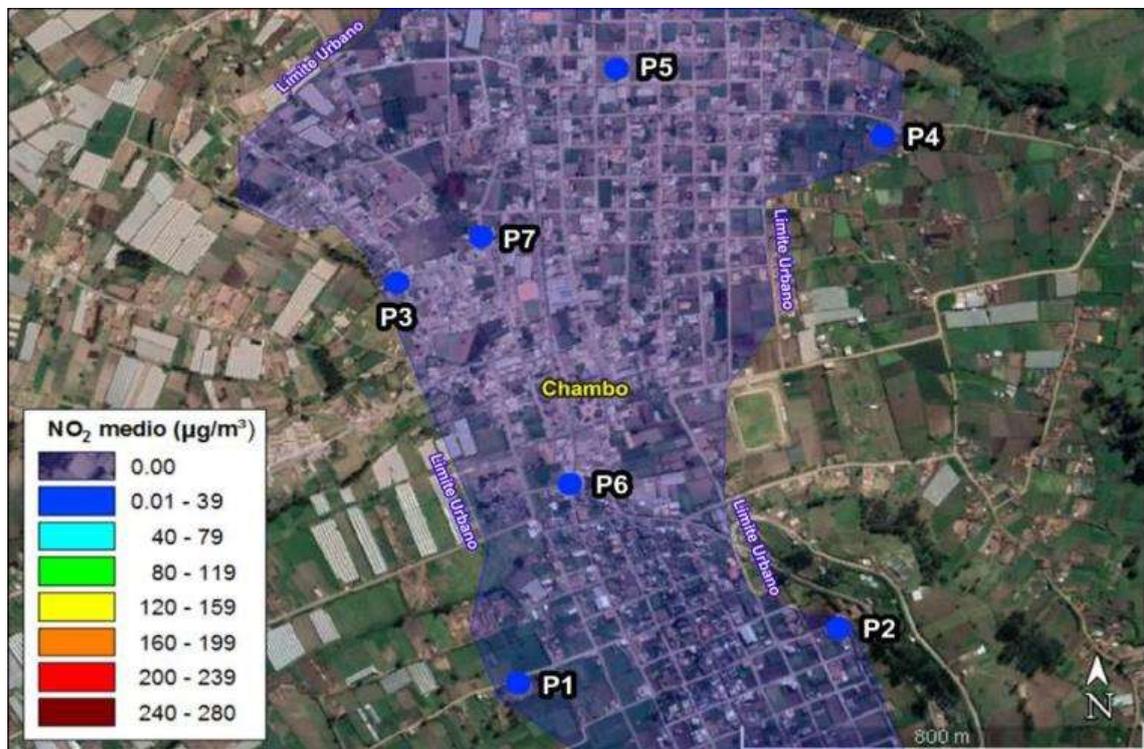


Ilustración 3-4: Concentración de NO₂ en el área de estudio

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

Discusión

Los valores de concentración de dióxido de nitrógeno por hora obtenidos en la presente investigación están en el rango de entre 0.01683 y 0.04061 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, los mismos que están muy por debajo del límite máximo permisible de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Estos datos concuerdan en parte con los resultados que muestra el artículo científico elaborado por Bhanarkar et al. (2002), donde la concentración de NO_2 está en el rango de entre 14 y 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el que se emplea el método químico húmedo seguido de espectrofotometría, a diferencia del método de muestreadores pasivos que se empleó en el presente estudio.

Al analizar el estudio realizado por Álvarez (2022), se determina que el promedio del nivel de concentración en ppm del óxido de nitrógeno es de 96.83 ppm, lo cual está por encima del límite dado por la OMS que es de 20 ppm para zonas urbanas. Esto se debe a que Álvarez utiliza el método no extractivo instrumental en chimenea, en el que la medición se realiza en la zona de salida de los gases en la pared de la chimenea, lo cual arroja valores altos de concentración de óxido de nitrógeno, los mismos que se reducirán al alejarse de la chimenea. Mientras que en la presente investigación los muestreadores pasivos se ubican a una cierta distancia de la chimenea, con lo que se obtienen valores mucho menores de concentración.

En el trabajo investigativo de Murillo (2020) mediante la colocación del analizador de gases testo 340 junto a la chimenea del horno, se obtiene valores de concentración de dióxido de nitrógeno durante cuatro días, dando un promedio de 15.18 ppm, los mismos que están dentro del rango permisible (20 ppm), sin embargo, en el tercer día el valor de concentración es de 23.18 ppm, momento en el que el horno se encuentra en su máximo estado de funcionamiento.

Los valores de concentración de dióxido de nitrógeno de la presente investigación son demasiado bajos debido a que los captadores pasivos se encuentran algo distantes de la salida de los gases de combustión, a diferencia de los métodos de medición de este gas utilizados en Álvarez (2022) y Murillo (2020), donde ubican los equipos a la salida de las chimeneas. De esta forma se evidencia que la contaminación por dióxido de nitrógeno es mínima en los alrededores de las ladrilleras de estudio.

4.3. Concentración de material particulado sedimentable

Los valores de concentración de material particulado sedimentable encontrado en la zona de estudio se muestran en la tabla 6-4:

Tabla 6-4: Concentración de material sedimentable de las ladrilleras

Puntos de muestreo y geolocalización				Peso inicial		Peso final		PAS	Permisible	
Punto de muestreo	Tipo	x	y	(g)	(mg)	(g)	(mg)	mg*mes/cm ²	Sí	No
P1	Ladrillera	767 243	9 807 927	0.7785	778.5	0.8371	837.1	0.677	X	
P2	Ladrillera	767 881	9 808 042	0.7788	778.8	0.8081	808.1	0.338	X	
P3	Ladrillera	767 003	9 808 775	0.7857	785.7	0.8124	812.4	0.308	X	
P4	Ladrillera	767 967	9 809 085	0.7973	797.3	0.8485	848.5	0.591	X	
P5	Ladrillera	767 444	9 809 226	0.7961	796.1	0.9060	906.0	1.269		X
P6	Zona residencial	767 347	9 808 345	0.7804	780.4	0.8478	847.8	0.778	X	
P7	Zona residencial	767 170	9 808 871	0.7839	783.9	0.8405	840.5	0.654	X	

Límite permisible de PAS: 1 mg*mes/cm²; Área: 86.59 cm²; Promedio PAS Ladrilleras: 0.637 mg*mes/cm²; Promedio PAS Zona residencial: 0.866 mg*mes/cm².

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

La ladrillera correspondiente al punto de muestreo 5 tiene un valor superior al límite permisible del polvo atmosférico sedimentable (PAS), sin embargo, el promedio de este valor tanto para las ladrilleras como para las zonas residenciales está dentro del rango del límite permisible.

En el gráfico 4-4 se representan los valores del peso inicial y final del filtro. Se aprecia que existe una mayor variación del peso del filtro al inicio y al final, para el punto de muestreo 5, correspondiente a una ladrillera; dato que concuerda con el punto de muestreo que excede el límite permisible de la concentración de polvo atmosférico sedimentable.

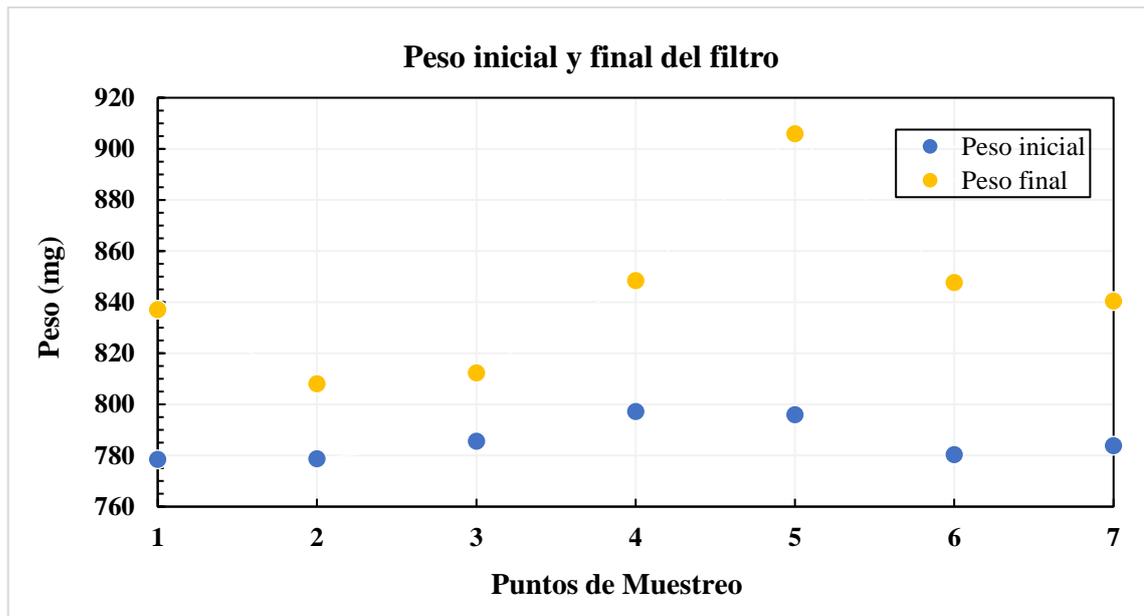


Ilustración 4-4: Peso inicial y final del filtro

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

Los valores del polvo atmosférico sedimentable en mg/cm^2 obtenidos se muestran en el gráfico 5-4. Donde se observa que la ladrillera del punto de muestreo 5, está por encima del límite permisible del material particulado sedimentable, el cual es de $1 \text{ mg}/\text{cm}^2$.

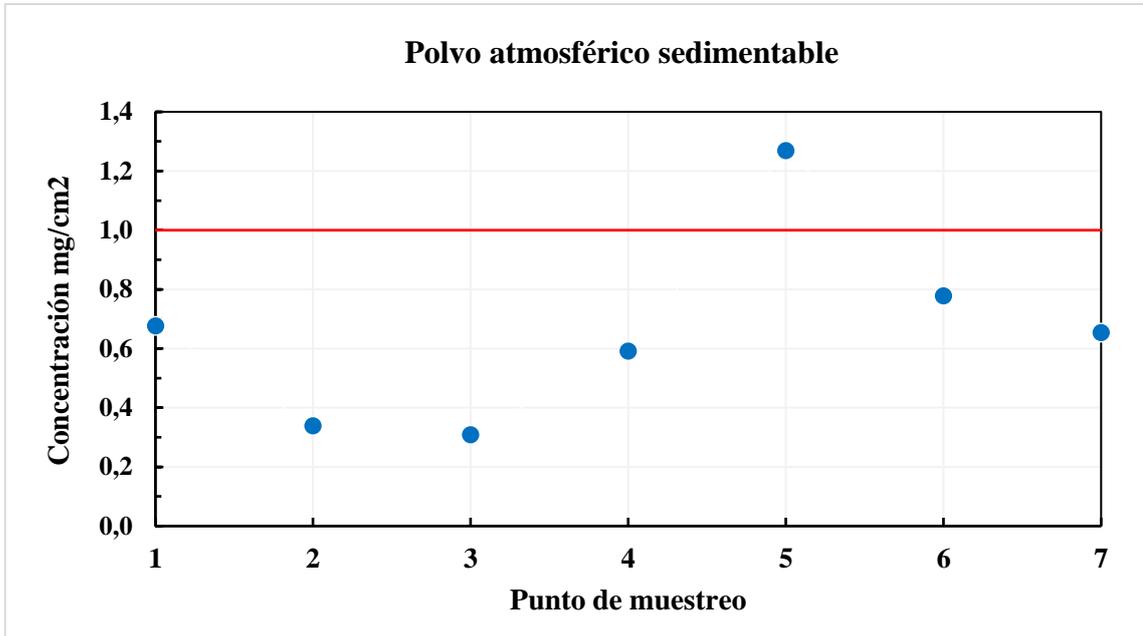


Ilustración 5-4: Polvo atmosférico sedimentable

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

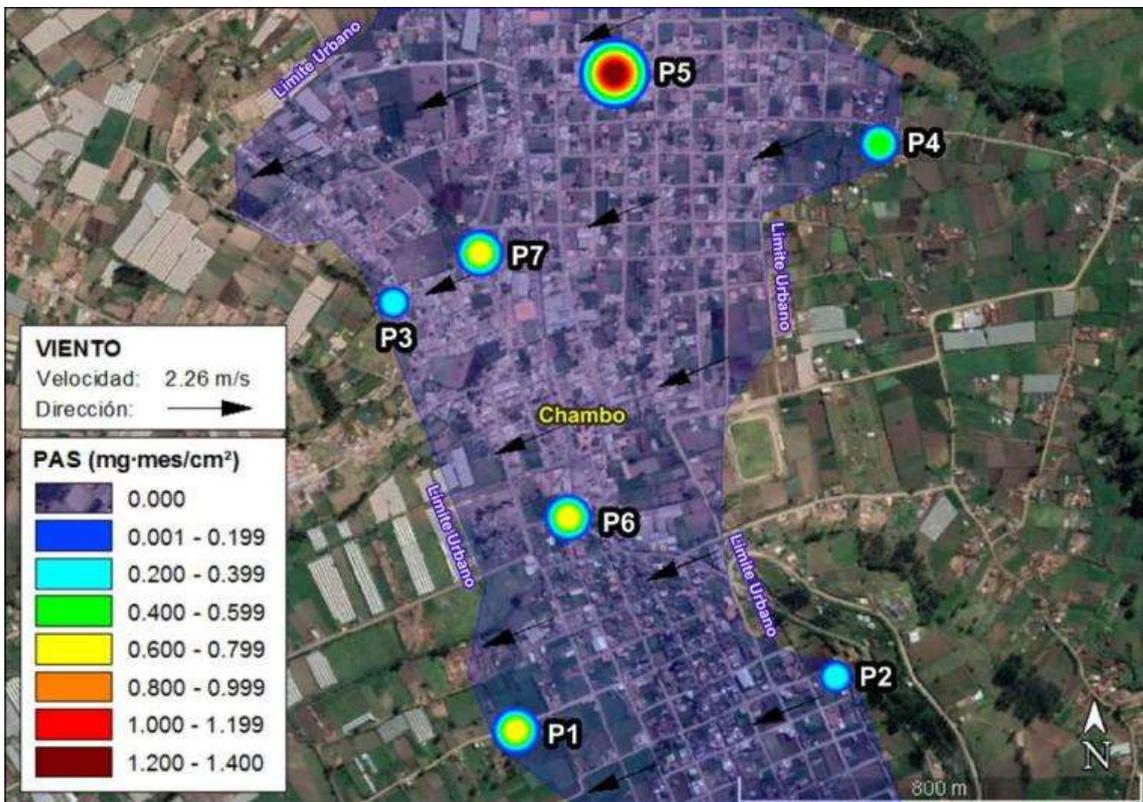


Ilustración 6-4. Concentración de polvo atmosférico sedimentable en el área de estudio

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

Discusión

Los valores promedio de concentración del material particulado sedimentable encontrados en este estudio para las ladrilleras y para las zonas residenciales son de 0.637 y de 0.716 mg*mes/cm² respectivamente, los cuales están dentro del rango máximo permisible que es de 1 mg*mes/cm², sin embargo, existe una ladrillera cuyo valor excede el límite permisible. Mientras que en el estudio realizado por Bhanarkar et al. (2002), se emplea el método gravimétrico para obtener valores de entre 312 y 651 µg/m³, los mismos que están por encima del límite de concentración máxima, el cual es de 200 µg/m³, por lo tanto, aquí existe un alto nivel de contaminación por material particulado sedimentable; estos altos valores se explican debido a la cercanía de las chimeneas donde se realizan las mediciones de concentración.

En el estudio realizado por Gallo y Paredes (2019) mediante el monitoreo pasivo de siete estaciones, se determina que en promedio la concentración del material particulado sedimentable es de 0.686 mg*mes/cm², valor que está dentro del rango de lo permisible, no obstante, en una ladrillera esta concentración tiene un valor de 1.07 mg*mes/cm², que está ligeramente por arriba del límite permitido. Estos datos concuerdan en su totalidad con los obtenidos en el presente estudio, es decir solo en uno de los puntos de medición se excede del límite de contaminación por material particulado sedimentable permisible, y el resto de puntos está dentro del rango de lo permitido.

En la investigación de Rojas (2020), se concluye que en las ladrilleras de Rioja producen bastante contaminación por material particulado sedimentable que afecta la salud de la población, al ser de fácil expansión de dichas partículas por los alrededores. Esta situación lo atribuyen a que, en la mayoría de las ladrilleras, el combustible utilizado es la leña y cascarilla de arroz, lo cual genera cantidad considerable de partículas contaminantes, a más de que ocupan técnicas de fabricación poco eficientes.

Se aprecia que en el presente estudio existe una contaminación considerable por material particulado sedimentable, el cual en promedio está cercano al límite permisible. Esto se explica por el tipo de combustible sólido utilizado (leña) en su mayoría, el mismo que producto de la combustión genera una cantidad alta de humo (partículas en su mayoría) que se esparcen en el medio ambiente. Estos concuerdan con las otras investigaciones mencionadas donde también se utiliza leña como combustible y también existe una alta contaminación por partículas.

CAPÍTULO V

5. MARCO PROPOSITIVO

5.1. Propuesta

5.1.1. Tema

Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la Producción Sostenible de Ladrillos en el Sector Urbano del cantón Chambo.

5.1.2. Objetivos

- Promover el conocimiento y la toma de conciencia sobre las implicaciones ambientales de las actividades industriales de las ladrilleras en la localidad.
- Fomentar el monitoreo de la calidad del aire y el cumplimiento de la normativa ambiental.
- Capacitar en medidas de prevención y mitigación para el control de emisiones de material particulado sedimentable.

5.1.3. Antecedentes

Los resultados del muestreo indicaron que, si bien los niveles de NOx no excedieron los límites máximos permisibles establecidos por la normativa ecuatoriana (en el Acuerdo Ministerial 097-A), una de las ladrilleras presentó niveles de material particulado sedimentable por encima de los límites establecidos. Estos hallazgos subrayan la importancia de implementar medidas preventivas y promover prácticas más sostenibles en el sector. En este contexto, se hace necesaria la formulación de una estrategia que fomente el conocimiento y la toma de conciencia entre los propietarios de ladrilleras sobre las implicaciones ambientales de sus actividades industriales. Asimismo, es esencial proporcionar orientación técnica para que puedan adoptar buenas prácticas en sus procesos de producción y así reducir su huella ambiental.

Con el objetivo de abordar estos desafíos, la presente propuesta busca desarrollar una "Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la Producción Sostenible de Ladrillos en el sector urbano del cantón Chambo". Esta guía proporciona información técnica-ambiental y recomendaciones

prácticas para los propietarios de las ladrilleras, con el fin de que puedan mejorar su desempeño ambiental, cumplir con la normativa vigente y contribuir al desarrollo sostenible de la localidad.

La guía se enmarca en la búsqueda de una producción de ladrillos más responsable con el entorno, que no solo proteja el medio ambiente y la salud de la comunidad, sino que también permita que las ladrilleras mejoren su reputación como empresas comprometidas con la sostenibilidad ambiental. Además, se considera la importancia de sensibilizar a los trabajadores y la comunidad en general acerca de la relevancia de adoptar prácticas sostenibles y reducir la contaminación generada por estas actividades industriales. La propuesta se presenta como una herramienta fundamental para encaminar a las ladrilleras hacia prácticas más sostenibles y socialmente responsables, promoviendo un equilibrio entre el desarrollo industrial y la protección del medio ambiente en el cantón Guano.

5.1.4. *Introducción*

La elaboración de ladrillos es una actividad productiva importante que provee materiales esenciales para la construcción y desarrollo. Sin embargo, los procesos involucrados en la fabricación de ladrillos, especialmente los hornos que utilizan combustibles fósiles, generan emisiones contaminantes al aire, principalmente material particulado (PM) y óxidos de nitrógeno (NOx). A través de la medición de los niveles de contaminación de los muestreadores pasivos desarrollado en dos ladrilleras del sector El Carmen, una de San Juan, una de El Cuba y una de Jesús del Gran Poder, se determinó que, si bien las concentraciones de NOx se mantienen dentro de los límites permisibles, sin embargo los niveles de material particulado sedimentable se encuentran próximos a los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente e inclusive en una de ellas se exceden dichos límites.

Estos resultados evidencian la necesidad de implementar medidas orientadas a la prevención y control de la contaminación generada por este sector productivo, con el fin de proteger la calidad del aire y la salud de la población. Bajo esta premisa nace la presente Guía de Buenas Prácticas Ambientales, que busca entregar información y lineamientos técnicos para que los propietarios de ladrilleras puedan mejorar su desempeño ambiental.

5.1.5. *Desarrollo*

5.1.5.1. *Ejes de acción de la propuesta*

La Guía se ha estructurado en torno a cuatro ejes estratégicos de acción:

- **Educación Ambiental:** Apunta a la concienciación y sensibilización de los actores involucrados, a través de la difusión de información sobre legislación vigente, riesgos ambientales de la actividad ladrillera y opciones más limpias disponibles.
- **Medidas de Prevención:** Propone alternativas para evitar la contaminación en la fuente, como la optimización de procesos, uso de combustibles alternativos y aplicación de tecnologías limpias.
- **Medidas de Mitigación:** Recomienda acciones orientadas a reducir y controlar las emisiones contaminantes, como sistemas de captura de material particulado, humectación de caminos, reforestación de áreas aledañas.
- **Monitoreo Ambiental:** Establece lineamientos para el seguimiento sistemático de parámetros ambientales clave, como calidad del aire, a fin de evaluar la efectividad de las medidas aplicadas.

La implementación integrada de estos cuatro ejes busca promover cambios significativos en las prácticas productivas del sector ladrillero, en favor de su ambientalización y la construcción de entornos urbanos más saludables y sostenibles.

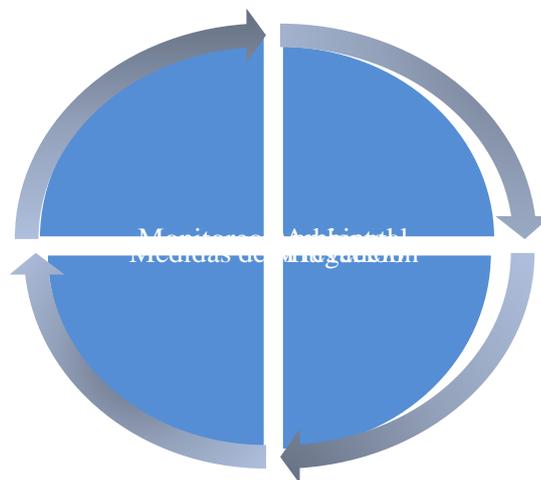


Ilustración 1-5: Ejes de acción para el desarrollo de la propuesta

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

5.1.5.2. Educación ambiental

La educación ambiental es esencial para crear conciencia y cambiar comportamientos tanto en la comunidad como entre los trabajadores de las ladrilleras. La educación ambiental se enfocará en:

Realizar talleres de capacitación periódicos dirigidos a trabajadores y propietarios de ladrilleras acerca de: conceptos básicos de medio ambiente y desarrollo sostenible; impactos ambientales del sector ladrillero (contaminación del aire, suelo, agua, generación excesiva de residuos); uso eficiente de recursos (energía, agua, materias primas, minimización de residuos); manejo adecuado de residuos (identificación, clasificación, reciclaje, tratamiento); riesgos a la salud por exposición a contaminantes; normativa ambiental vigente aplicable al sector y roles de las autoridades ambientales; y beneficios de implementar buenas prácticas ambientales.

Tabla 1-5: Acciones para el cumplimiento del eje de Educación Ambiental

Objetivo	Responsable	Metodología	Actividades	Costo (USD)
Sensibilizar sobre impactos ambientales del sector	Consultor ambiental	Talleres participativos	<ul style="list-style-type: none"> - Talleres de 4 horas con grupos de 25 personas - Material audiovisual e impreso. - Promover la sensibilización de los trabajadores sobre su rol en la protección del ambiente y la importancia de aplicar los conocimientos adquiridos. 	500
Capacitar en buenas prácticas operativas	Ingenieros proceso	Capacitación en aula y visitas a campo	<ul style="list-style-type: none"> - Sesiones teóricas de 2 horas. - Demostración práctica in situ de 4 horas. - Realizar visitas guiadas a las ladrilleras para identificar in situ aspectos ambientales críticos y posibilidades de mejora. 	700
Entrenar en gestión de residuos	Técnico ambiental	Capacitación teórico-práctica	<ul style="list-style-type: none"> - Módulo teórico de clasificación de residuos (2 horas). - Práctica de separación y reciclaje (4 horas). 	300
Dar a conocer marco normativo ambiental	Abogado experto	Taller de lectura y análisis de normas	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de principales normas ambientales aplicables (4 horas). - Plenario de resolución de casos hipotéticos (2 horas). - Evaluar periódicamente la eficacia de las capacitaciones a través de encuestas, entrevistas y medición de indicadores asociados. 	300
Evaluar eficacia de capacitaciones	Consultor ambiental	Aplicación de encuestas y entrevistas	<ul style="list-style-type: none"> - Cuestionarios de 20 preguntas - Entrevistas de 30 minutos por trabajador. 	800
Cumplimiento normativo	Autoridad ambiental	Reuniones periódicas	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener comunicación periódica con las autoridades ambientales para asegurar el cumplimiento normativo. 	-

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

5.1.5.3. Medidas de prevención

Las medidas de prevención son esenciales para evitar la generación de impactos negativos desde el principio. Las medidas de prevención se enfocarán en:

Usar combustibles alternativos más limpios como gas natural, biogás o biomasa en lugar de carbón o leña. Esto previene emisiones contaminantes; implementar hornos eficientes energéticamente que optimicen la combustión y prevengan emisiones excesivas; cubrir las pilas y tolvas de almacenamiento de materias primas para evitar dispersión de material particulado por acción del viento; racionalizar y optimizar el uso de recursos como arcilla, agua y combustibles mediante una adecuada planificación de la producción; reutilizar y reciclar residuos como cenizas, polvos, lodos en la misma producción de ladrillos; implementar un plan de manejo integral de residuos sólidos para su correcta segregación, reciclaje, tratamiento y disposición; establecer barreras vegetales alrededor de la planta para capturar contaminantes atmosféricos; delimitar zonas de protección ambiental y prohibir actividades contaminantes en zonas aledañas a fuentes de agua o centros poblados; elaborar protocolos y procedimientos operativos para cada etapa del proceso productivo, enfocados en la prevención de impactos; y realizar mantenimiento preventivo de maquinaria, equipos e instalaciones para prevenir fallas operativas y fugas/derrames.

Tabla 2-5: Acciones para el cumplimiento del eje de Medidas de Prevención

Objetivo	Responsable	Metodología	Actividades	Costo (USD)
Reducir emisiones contaminantes	Gerentes de producción	Evaluación de alternativas y conversión de quemadores	- Instalar quemadores de gas natural en lugar de carbón. - Realizar mantenimiento preventivo de quemadores.	4000
Minimizar dispersión de material particulado	Jefe de planta	Cubrimiento y humectación	- Cubrir pilas de materias primas con lonas impermeables. - Humedecer caminos de acceso 3 veces al día.	1500
Optimizar uso de recursos	Ingeniero de procesos	Análisis del proceso y determinación de mejoras	- Rediseñar distribución de planta para disminuir transporte interno. - Reutilizar 10% de residuos sólidos en la matriz.	2000
Controlar impactos al entorno	Supervisor de gestión ambiental	Monitoreo y delimitación de áreas	- Realizar monitoreo de emisiones y calidad de suelo/agua. - Reforestar zonas de amortiguamiento alrededor de la planta	3000
Prevenir fallas operativas	Jefe de mantenimiento	Mantenimiento preventivo y preparación de procedimientos	- Mantenimiento preventivo semanal de maquinaria. - Elaborar protocolos de operación y contingencias.	1200

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

5.1.5.4. Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación son cruciales para reducir y contrarrestar los impactos ambientales generados por la elaboración de ladrillos. Las medidas de mitigación se enfocarán en:

Instalar sistemas de control de emisiones como ciclones, filtros de mangas o lavadores de gases en las chimeneas de los hornos para capturar material particulado; confinar las fuentes de emisión críticas como trituradores, mezcladores, pilas de materias primas para luego canalizar las emisiones a sistemas de control; implementar sistemas de aspersión de agua o químicos supresores de polvo en puntos de transferencia, pilas de almacenamiento, caminos y patios; construir chimeneas de altura adecuada según normativa para una mejor dispersión y dilución de contaminantes; reconvertir quemadores convencionales a sistemas más limpios y eficientes para reducir emisiones de gases contaminantes; impermeabilizar sitios de almacenamiento y vías internas para facilitar la recolección de escorrentías contaminadas y su posterior tratamiento; construir sedimentadores y trampas de grasa en los sistemas de drenaje interno para reducir la carga contaminante antes de su descarga; implementar barreras naturales como cercos de árboles alrededor de la planta para capturar contaminantes atmosféricos; aplicar aditivos y mejoras en la formulación de la mezcla de arcilla para reducir las temperaturas de cocción; y promover la restauración ambiental y reforestación en las zonas aledañas que hayan sido afectadas por las operaciones de la ladrillera.

Tabla 3-5: Acciones para el cumplimiento del eje de Medidas de Mitigación

Objetivo	Responsable	Metodología	Actividades	Costo (USD)
Reducir emisiones de hornos	Jefe de mantenimiento	Instalación de equipos de control	- Instalar 2 ciclones en las chimeneas de los hornos.	15000
Minimizar dispersión de polvo fugitivo	Jefe de planta	Rociado de vías y confinamiento de fuentes	- Rociar agua en vías 3 veces al día. - Confinar bandas transportadoras y trituradores.	3000
Tratar escorrentías contaminadas	Ingeniero ambiental	Construcción de sistema de tratamiento	- Impermeabilizar patio de maniobras. - Instalar trampa de grasa y sedimentador.	8000
Reducir emisiones por combustión	Gerente de producción	Mejora de quemadores	- Instalar 4 quemadores de gas natural de alta eficiencia.	10000
Restaurar zonas aledañas	Supervisor de gestión ambiental	Reforestación con especies nativas	- Reforestar áreas circundantes a la planta.	1500

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

5.1.5.5. Monitoreo ambiental

El monitoreo constante y preciso es esencial para asegurar el cumplimiento de las normativas ambientales y para evaluar el impacto real de las operaciones de ladrilleras. Las medidas de monitoreo ambiental se enfocarán en:

Monitorear la calidad del aire intramuros y en el perímetro de la planta para material particulado (PM_{10} , $PM_{2.5}$), SO_2 , NO_x . Utilizar equipos de muestreo activo y pasivo; realizar mediciones isocinéticas de emisiones contaminantes en las chimeneas de los hornos, calderas, generadores; monitorear el nivel de ruido ambiental tanto en el interior como en la periferia de las instalaciones; analizar periódicamente la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en puntos aguas arriba y abajo de la planta; caracterizar y cuantificar los residuos sólidos generados para identificar posibilidades de minimización; documentar y sistematizar los resultados del monitoreo para facilitar el análisis, control y reporte; comparar los resultados con los límites establecidos en la legislación ambiental vigente; elaborar informes periódicos de los resultados del monitoreo para las autoridades y comunidades del área de influencia; evaluar continuamente la efectividad de las mediciones para realizar mejoras; y capacitar al personal en los procedimientos de monitoreo ambiental.

Tabla 4-5: Acciones para el cumplimiento del eje de Monitoreo Ambiental

Objetivo	Responsable	Metodología	Actividades	Costo (USD)
Monitorear calidad del aire	Supervisor ambiental	Muestreo isocinético (Acuerdo Ministerial 097-A)	- Muestreo trimestral de MP, SO_2 y NO_x en 2 puntos de la planta.	6000
Medir emisiones gaseosas	Supervisor ambiental	Muestreo isocinético	- Análisis semestral de chimeneas de hornos (MP, SO_2 , NO_x).	8000
Evaluar calidad de efluentes	Analista de laboratorio	Análisis fisicoquímico (Acuerdo Ministerial 097-A)	- Caracterización mensual del efluente industrial antes de descarga.	3500
Controlar ruido ambiental	Técnico ambiental	Mediciones con sonómetro	- Monitoreo trimestral de ruido ambiental intramuros y perimetral.	1200
Documentar resultados	Supervisor ambiental	Tabulación de datos y generación de reportes	- Elaborar informe semestral de monitoreo para gerencia y autoridades.	500
Capacitar personal	Supervisor ambiental	Charlas y prácticas de monitoreo	- Capacitación trimestral al equipo en métodos de monitoreo.	800

Realizado por: Obando, Daniela, 2023.

CONCLUSIONES

- En el cantón Chambo operan aproximadamente 200 ladrilleras, de las cuales 39 se encuentran en la zona urbana. La capacidad de producción de las ladrilleras es de entre 15000 y 25000 unidades por carga, con una duración de entre 7 y 9 días, de los cuales cuatro se emplean en la cocción y el resto en el enfriamiento. La materia prima para su fabricación es básicamente: agua, tierra y aserrín. La frecuencia de producción es mensual, y el combustible utilizado es leña, el mismo que es suministrado por los aserraderos.
- Los propietarios de las ladrilleras son conscientes que los residuos que generan sus negocios son principalmente la ceniza y la tierra colorada, los mismos que son reutilizados en su totalidad. La mitad de los dueños reconoce que el funcionamiento de las ladrilleras ocasiona contaminación ambiental y perjuicio para el ser humano por la generación de humo, uno de cada cuatro no lo considera contaminante, mientras que, uno de cada cinco dueños lo asocia solo al centro de la ciudad.
- La concentración de dióxido de nitrógeno por hora obtenida en las ladrilleras tiene un valor promedio de $0.0242 \pm 0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un mínimo de 0.0168 y un máximo de $0.0313 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valores que no difieren con respecto a los niveles de contaminación de los puntos blancos (0.0406 y $0.0245 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Por otra parte, la concentración de material particulado sedimentable encontrada en las ladrilleras, tiene como promedio $0.637 \pm 0.35 \text{mg}^*\text{mes}/\text{cm}^2$, con un mínimo de 0.308 y un máximo de $1.269 \text{mg}^*\text{mes}/\text{cm}^2$, valores que tampoco difieren en gran medida de los medidos en los puntos blancos (0.778 y $0.654 \text{mg}^*\text{mes}/\text{cm}^2$). Estos resultados implican que no existe un problema de contaminación en las operaciones de las ladrilleras.
- Las concentraciones de NOx encontradas para cada una de las ladrilleras se hallan muy por debajo del límite máximo permisible de alerta, que establece el Acuerdo Ministerial 097-A y la OMS, el cual es de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Por otra parte, las concentraciones de MPS obtenidas en cuatro de las ladrilleras de muestreo no exceden el límite permisible determinado por el Acuerdo Ministerial 097-A, que es de $1 \text{mg}^*\text{mes}/\text{cm}^2$, no obstante, en la ladrillera 5 el nivel de concentración es de $1.269 \text{mg}^*\text{mes}/\text{cm}^2$ y por tanto excede el valor máximo admisible; de igual manera en la concentración de MPS en las zonas residenciales y promedio de éstas, se encuentra por debajo de lo permisible.
- La propuesta desarrollada constituye un plan integral de control y mitigación de emisiones contaminantes para las ladrilleras del cantón Chambo, estructurada en torno a cuatro ejes

estratégicos: educación ambiental, medidas de prevención, medidas de mitigación y monitoreo ambiental. La implementación de este plan permitirá mejorar sustancialmente el desempeño ambiental del sector ladrillero del cantón, reduciendo las emisiones de material particulado, NOx y otros contaminantes que actualmente se generan por el uso de tecnologías y prácticas poco sostenibles. Así también las medidas planteadas promoverán cambios en los procesos productivos y conductas de los trabajadores, a través de la capacitación, uso de combustibles más limpios, optimización de operaciones, instalación de equipos de control de emisiones, monitoreo sistemático de la calidad del aire y un enfoque preventivo.

RECOMENDACIONES

- Adoptar estrategias ambientales y tecnológicas en las ladrilleras urbanas, como la utilización de hornos eficientes y combustibles sostenibles para reducir las emisiones, además fomentar la gestión de residuos como reutilización de aserrín y control de emisiones en el proceso de enfriamiento. La supervisión constante y educación en la reducción de contaminación será clave para mejorar la calidad del aire en el área urbana.
- Fortalecer la conciencia ambiental entre los propietarios de ladrilleras, destacando los impactos negativos del humo y la contaminación generada. Se sugiere implementar programas de capacitación para fomentar prácticas más sostenibles y tecnologías limpias en la producción de ladrillos, con un enfoque en la minimización de emisiones. Además, es importante establecer regulaciones locales que promuevan la reducción de la contaminación del aire en todas las áreas urbanas, no solo en el centro de la ciudad.
- Tomar medidas inmediatas para reducir la emisión de material particulado sedimentable en ladrilleras y zonas residenciales. Se sugiere la adopción de tecnologías más limpias en la producción de ladrillos y la promoción de prácticas de control de emisiones para mitigar los impactos en la calidad del aire. Además, se necesita una supervisión continua para garantizar que se mantengan los niveles de contaminación dentro de los estándares aceptables.
- Mantener los esfuerzos para controlar las emisiones de NOx, que están dentro de los límites permitidos. Sin embargo, se debe prestar especial atención a la ladrillera 5 debido a la concentración excesiva de PAS, buscando implementar medidas correctivas para reducir dichas emisiones y cumplir con los estándares establecidos por el Acuerdo Ministerial 097-A. Una vigilancia constante y la aplicación de tecnologías adecuadas podrían ayudar a mantener la calidad del aire en niveles aceptables.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, Daniel. Determinación de la dispersión de contaminantes en las ladrilleras de Chambo [en línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado en Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Carrera Ingeniería en Biotecnología Ambiental. Riobamba, Ecuador. 2022. pp. 19-32. [Consulta: 2023-02-23]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/16990/1/236T0584.pdf>

ARCINIÉGAS SUÁREZ, C. “Diagnóstico y control de material particulado: Partículas suspendidas totales y fracción respirable PM 10”. Luna Azul [en línea], 2012, (Colombia) (34), pp. 195-213. [Consulta: 27 mayo 2023]. ISSN 1909-2474. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321727348012.pdf>

BHANARKAR, A.; GAJGHATE, D.; & HASAN, M. “Assessment of air pollution from small scale industry”. Environmental Monitoring and Assessment [en línea], 2002, (India) 80(2), pp. 125–133. [Consulta: 3 abril 2023]. ISSN 1573-2959. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12449320/>

BORGE, R.; et al. Experimental Campaign in a Heavily Trafficked Roundabout in Madrid for the Assessment of Air Quality Monitoring Station Representativeness in Terms of Population Exposure to NO₂. 2015. Disponible en: <https://dukekunshan.edu.cn/sites/default/files/u587/37.pdf>

BRAVO VÁSQUEZ, L. Determinación y Caracterización de Material Particulado Sedimentable en el casco urbano del cantón Portovelo [en línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado en Ingeniería). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Ingeniería Ambiental. Cuenca, Ecuador. 2017. pp. 1-61. [Consulta: 2023-02-08]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27760/1/Trabajo%20de%20titulaci%c3%b3n.pdf>

CABRERA ZUÑIGA, A. F. Análisis de las emisiones ambientales y de la eficiencia energética de los hornos de las ladrilleras de Cuenca. Propuesta de límites referenciales de emisiones ambientales [en línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado en Ingeniería). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Carrera de Ingeniería Ambiental. Cuenca, Ecuador. 2019. pp. 1-114. [Consulta: 2023-04-11]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33391/1/Trabajo-de-titulaci%C3%B3n.pdf>

CEPEDA, M.; & ROBALINO, A. Determinación de niveles de CO de ladrilleras y su posible afectación a la formación de carboxihemoglobina en el cantón Chambo [en línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado en Ingeniería). Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Ambiental. Riobamba, Ecuador. 2018. pp. 1-50. [Consulta: 2023-06-15]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4789/1/UNACH-EC-ING-AMB-2018-0008.pdf>

CICAM EPN; & SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO. *Emisiones en fuentes fijas* [blog], Quito, 2016. [Consulta: 12 junio 2023]. Disponible en: <https://cicam.epn.edu.ec/servicios/emisiones-en-fuentes-fijas>

CHINGA, C.; & ZAMBRANO, D. Evaluación de las emisiones de monóxido de carbono en la producción de ladrillos en el sector Tres Marías – Chone [en línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado en Ingeniería). Escuela Superior Politécnica Agropecaria de Manabí Manuel Félix López, Carrera de Medio Ambiente. Calceta, Ecuador. 2022. pp. 1-111. [Consulta: 2023-07-14]. Disponible en: https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1797/1/TIC_IA16D.pdf

GALLO, A.; & PAREDES, C. Determinación y caracterización de las concentraciones de material particulado sedimentable del sector de ladrilleras de la matriz del cantón Chambo [en línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado en Ingeniería). Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Ambiental. Riobamba, Ecuador. 2019. pp. 1-76. [Consulta: 2023-03-04]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5623/1/UNACH-EC-ING-AMBT-2019-0007.pdf>

HERRERA, J.; et al. “Uso de muestreadores pasivos para la determinación de dióxido de nitrógeno en dos municipios del área metropolitana de Costa Rica en 2004-2013”. *Revista de Ciencias Ambientales* [en línea], 2013, 1(48), pp. 20-29. [Consulta: 17 abril 2023]. ISSN 1409-2158. DOI 10.15359/rca.48-2.2.

INECC. Fuentes de Emisión. *Inecc* [en línea], 2006. pp. 25-34. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/618/vehiculos.pdf>.

JAYA, J. L.; & GOMEZCOELLO, J. L., Análisis comparativo de la contaminación atmosférica producida por la combustión en ladrilleras artesanales utilizando tres tipos de combustibles [en línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado en Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Ambiental. Cuenca, Ecuador. 2012. pp.

1-131. [Consulta: 2023-05-13]. Disponible en:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6359/1/UPS-CT002924.pdf>

JOZER, S. C. “Estudio sobre el monitoreo y control de la calidad del aire en el sector rural”. *Journal of Management* [en línea], 2002, 52(1), pp. 1-5. [Consulta: 10 junio 2023]. ISSN 1557-1211. Disponible en: <https://www.publitech.com/wp-content/uploads/Elaboracion-de-jamon-curado.pdf%0Ahttps://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puidi/INF-2002-042.pdf>.

JUNTA DE ANDALUCÍA CONSEJERÍA DE SOSTENIBILIDAD, MEDIO AMBIENTE Y ECONOMÍA AZUL. Principales contaminantes atmosféricos. *Departamento de Estudios y Documentación*. [en línea], pp. 1.2. Disponible en: https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-%C3%ADndice/-/asset_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/principales-contaminantes-atmosf-c3-a9ricos/20151?categoryVal=%0Ahttps://www.asturias.es/medioambiente/calidadAire/documentosGenerales/Principa.

MARTÍNEZ, A. P.; & ROMIEU, I. *Introducción al Monitoreo Atmosférico Efectos de la Contaminación del Aire en la Salud*. [Consulta: 19 mayo 2023]. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/pah-24717>

MINISTERIO DEL AMBIENTE ANEXO 4 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA. *Norma de calidad del ambiente o nivel de inmisión*. 2015. pp. 5-11.

MINISTERIO DEL AMBIENTE ANEXO 3 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA. *Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas*. 2015. pp 8-9.

MORA, J. C.; SIBAJA, J. P.; & BORBÓN, H. “Fuentes antropogénicas y naturales de contaminación atmosférica: estado del arte de su impacto en la calidad fisicoquímica del agua de lluvia y de niebla”. *Revista Tecnología en Marcha* [en línea], 2021, 34(1), pp. 92-103. [Consulta: 06 mayo 2023]. ISSN 0379-3982.

MURILLO, K. Evaluación espacio – temporal de la perdida de carbono orgánico ocasionada por la producción de ladrillos en el cantón Chambo [en línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado en Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Carrera de Biotecnología Ambiental. Riobamba, Ecuador. 2020. pp. 41-42. [Consulta: 2023-06-14].

Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14493/1/236T0510.pdf>

NÚÑEZ, S. *Composición de la atmósfera [blog]*, Barcelona, 2022. [Consulta: 24 abril 2023].

Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/composicion-de-la-atmosfera-3862.html>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005* [en línea]. Ginebra-Suiza: OMS, 2006. [Consulta: 19 junio 2023]. Disponible en: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/69478/W?sequence=1>

OROZCO GUTIÉRREZ, M. “Transferencia tecnológica a productores de ladrillo rojo ubicados en Tonalá, Chiapas; una propuesta sustentable”. *Administración para el desarrollo* [en línea], 2013, México (5), pp. 59-76. [Consulta: 07 mayo 2023]. ISSN 2007-2910. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/hevila/Staobillekilaltalekilabtel/2013/no5/3.pdf>

PÁEZ CLARO, J. Tipos de contaminantes atmosféricos asociados a la fabricación de ladrillos artesanales en Colombia [en línea] (Trabajo de Titulación) (Pregrado en Saneamiento Ambiental). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Cúcuta, Colombia. 2020. pp. 1-83. [Consulta: 2023-06-21]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/34072/Jpaezcl.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PANDANG, S.; & UPSR, M. Informe de Calidad de Aire Cuenca. 2017, pp. 1-123 [Consulta: 2023-03-23].

PALATE, L. A. Contaminación Atmosférica [en línea]. 2017, pp. 40. [Consulta: 2023-03-18]. Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com>.

PARDO, M. Determinación de la concentración de NO_x a la que se encuentran expuestas las personas que frecuentan el sector del terminal terrestre – Latacunga [en línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado en Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas, Carrera de Biotecnología Ambiental. Riobamba, Ecuador. 2019. pp. 1-84. [Consulta: 2023-06-13]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11128/1/236T0435.PDF>

QUIROZ, J. A.; CANTÚ, C.; & GARCÍA, R. *Entre humo y arcilla: contaminación ambiental y sobrevivencia humana en la producción artesanal de ladrillos* [en línea]. México D.F.-México:

Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México, 2021. ISBN 978-607-30-5227-6, pp. 1-135. [Consulta: 15 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.atmosfera.unam.mx/wp-content/uploads/2021/12/LadrillerasLibro.pdf>

ROJAS, M. Análisis de la eficiencia energética de la actividad ladrillera y su impacto en el ambiente [en línea] (Trabajo de Investigación) (Pregrado en Ingeniería). Universidad Católica *Sedes Sapientiae*, Facultad de Ingeniería Agraria. Rioja, Perú. 2020. pp. 19-20. [Consulta: 2023-05-21]. Disponible en: <https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1015/Trabajo%20de%20Investigaci%c3%b3n%20-%20Rojas%20P%c3%a9rez%2c%20Miguel%20Augusto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ROMERO, M.; DIEGO F.D.; & ÁLVAREZ, M. La contaminación del aire: Su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología* [en línea], 2006, () 44(2). [Consulta: 22 marzo 2023]. ISSN 0253-1751. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2232/223214848008.pdf>

ROMO, M.; CÓRDOVA, G.; & CERVERA, L. “Estudio urbano-ambiental de las ladrilleras en el municipio de Juárez”. *Estudios Fronterizos* [en línea], 2004, (México) 5(9), pp. 9-34. [Consulta: 20 junio 2023]. ISSN 0187-6961. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/530/53050901.pdf>

SALINAS, L. Estudio de la concentración de los contaminantes atmosféricos: dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂) y material particulado sedimentable, en la entrada norte (Av. Panamericana) y el nuevo acceso norte (Av. República) de la ciudad de Riobamba (Trabajo de Investigación) (Pregrado en Ingeniería). Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador. 2022. pp. 21-33.

TATES, J. Evaluación de material particulado sedimentable emitidos en el sector de Fertisa sur de Guayaquil [en línea] (Trabajo de Investigación) (Pregrado en Ingeniería). Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Ambiental. Guayaquil, Ecuador. 2022. pp. 1-79. [Consulta: 2023-04-23].

VILLACRÉS, M. Evaluación de la contaminación atmosférica de la ciudad de Ambato relacionada con el material particulado sedimentable [en línea] (Trabajo de Investigación) (Pregrado en Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas, Carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental. Riobamba,

Ecuador. 2015. pp. 1-137. [Consulta: 2023-06-12]. Disponible en:
<http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/4855/1/236T0164.pdf>



ANEXOS

ANEXO A. IMÁGENES DE LOS PUNTOS DE MUESTREO SELECCIONADOS

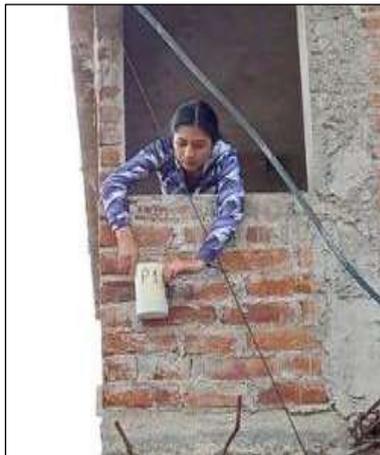
Punto de muestreo 1 (P1) – LADRILLERA

Propietario: Tania Robles.

Barrio: San Juan.



Colocación de muestreadores MPS y NOx



Cocción de ladrillo



Muestreadores pasivos MPS y NOx



Punto de muestreo 2 (P2) – LADRILLERA

Propietario: Esperanza Villagómez.

Barrio: El Cuba.



Colocación de muestreadores MPS y NOx



Cocción de ladrillo



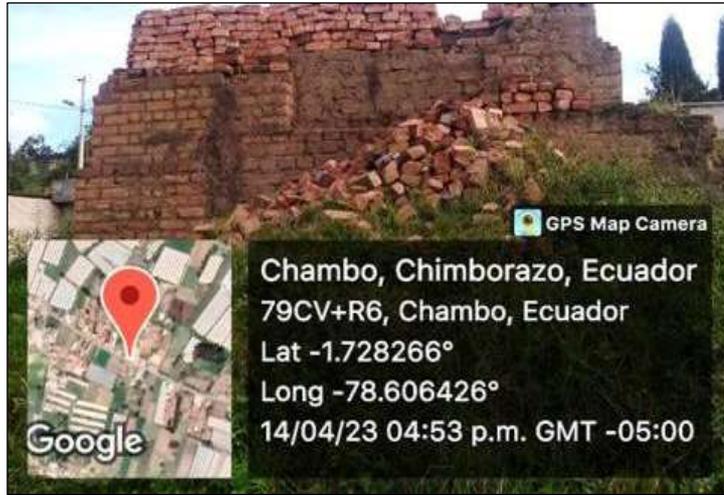
Muestreadores pasivos MPS y NOx



Punto de muestreo 3 (P3) – LADRILLERA

Propietario:

Barrio: Jesús del Gran Poder.



Colocación de muestreadores MPS y NOx



Cocción de ladrillo



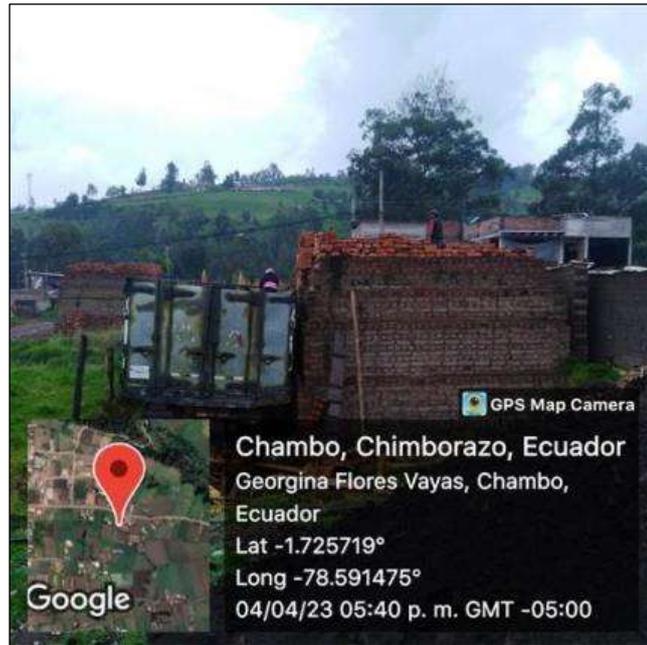
Muestreadores pasivos MPS y NOx



Punto de muestreo 4 (P4) – LADRILLERA

Propietario: Gerónimo Paca.

Barrio: El Carmen.



Colocación de muestreadores MPS y NOx



Cocción de ladrillo



Punto de muestreo 5 (P5) – LADRILLERA

Propietario: Rafael Paca.

Barrio: El Carmen.



Colocación de muestreadores MPS y NOx



Cocción de ladrillo

Muestreadores pasivos MPS y NOx



Punto de muestreo 6 (P6) – CASA

Propietario: Sonia Obando.

Barrio: Central.



Colocación de muestreadores MPS y NOx



Punto de muestreo 7 (P7) – CASA

Propietario: Jorge Obando.

Barrio: El Recreo.



Colocación de muestreadores MPS y NOx



ANEXO B. IMÁGENES DE LA FASE DE LABORATORIO

Material Particulado Sedimentable

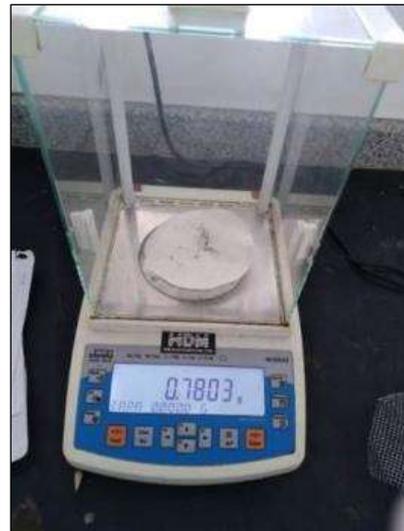
Tubos pasivos con la malla y filtro en su interior



Pesaje inicial de filtros de muestreadores pasivos



Pesaje final de filtros de muestreadores pasivos



NOx

Preparación del líquido absorbente NOx



Preparación de reactivos colorantes



Análisis de absorbancia de Nitritos en el espectrofotómetro UV – Visible



ANEXO C. CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN DE LA ESTRUCTURA

ANEXO D. RESPUESTAS DE LA ENTREVISTA APLICADA

Id.	Nombre productor	Nombre ladrillera	Barrio o zona	1. Capacidad producción (ladrillos) en 8 días	2. Materia prima de ladrillo
1	Yolanda Guamán		Gilbut	15000-20000	Agua, tierra negra, aserrín
2	Rafael Medina		El Carmen	20000	Tierra, aserrín, leña
3	Jorge Sisalema		El Carmen	20000-30000	Tierra negra, aserrín, colada
4	Geovany Guerrero/ Tania Robles		San Juan	22000	Agua, tierra, aserrín
5	José Guerrero		San Juan	22000	Agua, tierra, aserrín
6	Esperanza Villagómez		El Cuba	25000	Agua, tierra negra, aserrín
7	Hernán Tuquinga		Gilbut	15000	Agua, tierra negra, aserrín
8	Oscar Flores		Jesús del Gran Poder	22000	Tierra negra, aserrín
9	Mario Tene		Jesús del Gran Poder	15000	Agua, tierra negra, aserrín
10	Samuel Inchiglema		Jesús del Gran Poder	22000	Agua, tierra, aserrín
11	Raúl Quinancela		Dolorosa	22000	Tierra negra, aserrín
12	Timoteo Capelo		Dolorosa	15 000	Tierra negra, aserrín
13	Carmen Orozco		Dolorosa	22000	Agua, tierra negra, aserrín
14	Luis Lliquín		Gualanag	24000	Agua, tierra, aserrín
15	Cristian López	Giselita	El Rosario	60000	Tierra negra, tierra blanca, aserrín
16	Gonzalo Martínez		Dolorosa	15000	Tierra negra, aserrín
17	Isabel Quinancela		Dolorosa	20000	Agua, tierra negra, aserrín
18	Luis Cargua		Santo Cristo	20000	Agua, tierra, aserrín
19	Segundo Lliquín		Rumicalle	22000	Tierra, aserrín, ceniza
20	Roberto Sagnay		Gilbut	15000-20000	Agua, tierra negra, aserrín
21	Ricardo Reino		Gilbut	15000-17000	Agua, tierra negra, aserrín
22	Carmen Sinche		Gilbut	15000-20000	Agua, tierra negra, aserrín
23	José Yasaca		El Cuba	20000	Agua, tierra negra, tierra blanca, aserrín
24	María Duicela		El Cuba	17000	Agua, tierra negra, aserrín
25	Vicente Morocho		Gilbut	15000	Agua, tierra negra, aserrín
26	German Gallo		Gilbut	15000-17000	Agua, tierra, aserrín
27	Carlos Sisa		Gilbut	20000	Agua, tierra negra, aserrín
28	Oswaldo Pilataxi		El Cuba	20000	Agua, tierra negra, aserrín
29	Marco Pilatuña		El Cuba	15000	Agua, tierra negra, aserrín

Id.	Nombre productor	Nombre ladrillera	Barrio o zona	1. Capacidad producción (ladrillos) en 8 días	2. Materia prima de ladrillo
30	José Guaraca		Jesús del Gran Poder	15000-20000	Tierra negra, aserrín
31	Manuel Chugnay		Santo Cristo	20000	Tierra, aserrín, ceniza
32	Hilda Orozco		Vía a Santo Cristo	20000	Agua, tierra, aserrín
33	Isabel Chota		Santo Cristo	23000	Agua, tierra, aserrín
34	Manuel Quiguirí		El Quinto	20000	Tierra negra, tierra blanca, aserrín
35	Manuel Casigña		Jesús del Gran Poder	20000	Agua, tierra, aserrín
36	Fausto Tixi		Jesús del Gran Poder	22000	Agua, tierra negra, tierra blanca, aserrín
37	Mayra Ugsiña		Gilbut	22000	Agua, tierra negra, aserrín
38	Mario Flores		Gilbut	15000-17000	Agua, tierra negra, aserrín
39	María Taday		Jesús del Gran Poder	20000	Agua, tierra negra, aserrín

Id.	3. Tiempo de cocción ladrillo	4. Tiempo quemado de ladrillo	5. Combustible utilizado para cocción	6. Proveedor de combustible	7. ¿Se genera residuos?
1	7 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
2	24 horas	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
3	8 días	1 o 1,5 meses	Leña	Aserraderos	Sí
4	8-9 días	45 días	Leña y gasolina	Aserraderos y gasolineras	Sí
5	8-9 días	1 o 1,5 meses	Leña y gasolina	Aserraderos y gasolineras	Sí
6	8-9 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
7	10 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
8	7 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
9	7 días	15 días	Leña	Aserraderos	Sí
10	10 días	1 mes	Leña y gasolina	Aserraderos y gasolineras	Sí
11	8-9 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
12	8-9 días	1 mes	Leña y gasolina	Aserraderos y gasolineras	Sí
13	8-9 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
14	12 días	2 mes	Leña y electricidad	Aserraderos y empresa eléctrica	Sí
15	9-10 días	15 días	Leña	Aserraderos	Sí
16	8 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
17	10 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
18	8 días	2 meses	Leña	Aserraderos	Sí
19	8 días	1 mes	Leña y diésel	Aserraderos y gasolineras	Sí
20	7-8 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
21	7 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
22	7-8 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
23	7-8 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
24	7-8 días	1 mes	Leña y gasolina	Aserraderos y gasolineras	Sí
25	8 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí

Id.	3. Tiempo de cocción ladrillo	4. Tiempo quemado de ladrillo	5. Combustible utilizado para cocción	6. Proveedor de combustible	7. ¿Se genera residuos?
26	8 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
27	8 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
28	7 días	1 o 2 meses	Leña	Aserraderos	Sí
29	10 días	1 mes	Leña	Aserraderos, tala de árboles	Sí
30	10 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
31	8 días	15 días	Leña	Aserraderos	Sí
32	8 días	1 mes	Leña y gasolina	Aserraderos y gasolineras	Sí
33	8 días	1 mes	Leña y diésel	Aserraderos y gasolineras	Sí
34	8 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
35	7 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
36	8 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
37	7-10 días	2 meses	Leña	Aserraderos	Sí
38	7 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí
39	7-8 días	1 mes	Leña	Aserraderos	Sí

Id.	8. Tipo de residuos	9. Destino de residuos	10. ¿Residuos generados contaminan el medio ambiente?
1	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	No, porque el humo de leña no es contaminante
2	Ceniza, polvo de ladrillo	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
3	Ceniza, polvo de ladrillo	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
4	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
5	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
6	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
7	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	No, porque el humo solo contamina en el centro
8	Ceniza	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
9	Ceniza	Reutilizar	No, porque el humo solo contamina en el centro
10	Ceniza	Reutilizar	No, porque el humo de leña no es contaminante
11	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	Sí, por la tala de árboles
12	Ceniza	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
13	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	No, porque el humo solo contamina en el centro
14	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	No, porque el humo de leña no es contaminante
15	Ceniza	Reutilizar	No, porque el humo de leña no es contaminante
16	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
17	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
18	Ceniza	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
19	Ceniza, recorchos	Reutilizar	No, porque el humo de leña no es contaminante
20	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	No, porque el humo solo contamina en el centro
21	Ceniza	Reutilizar	No, porque el humo de leña no es contaminante
22	Ceniza	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
23	Ceniza	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
24	Ceniza	Reutilizar	No, porque el humo solo contamina en el centro
25	Ceniza	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
26	Ceniza	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina

Id.	8. Tipo de residuos	9. Destino de residuos	10. ¿Residuos generados contaminan el medio ambiente?
27	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	No, porque el humo de leña no es contaminante
28	Ceniza	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
29	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	No, porque el humo de leña no es contaminante
30	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	No, porque el humo solo contamina en el centro
31	Ceniza	Reutilizar	No, porque el humo solo contamina en el centro
32	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	No, porque el humo de leña no es contaminante
33	Ceniza	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
34	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	No, porque el humo de leña no es contaminante
35	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
36	Ceniza	Reutilizar	Sí, por la tala de árboles
37	Ceniza	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
38	Ceniza	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina
39	Ceniza, tierra colorada	Reutilizar	Sí, porque el humo contamina

ANEXO E. EVIDENCIAS DE LA ENTREVISTA APLICADA

Entrevista aplicada a los propietarios de las ladrilleras



ANEXO F: CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE CHAMBO

AÑO	MES	DÍA	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (m/s)	Presión (mmHg)	Precipitación (mm)
2023	3	21	10,77	1,9	535,125	193,79
2023	3	22	6,57	1,48	535,575	98,5
2023	3	23	6,26	1,34	535,35	86,76
2023	3	24	5,76	1,54	535,425	29,36
2023	3	25	6,76	1,01	535,275	44,97
2023	3	26	5,81	2,13	535,275	60,96
2023	3	27	9,19	2,38	535,275	18,82
2023	3	28	10,43	1,56	535,2	24,72
2023	3	29	11,07	1,44	534,9	16,84
2023	3	30	11,4	1,73	535,2	54,28
2023	3	31	10,7	2,04	535,725	42,52
2023	4	1	11,01	2,73	535,575	24,45
2023	4	2	11,5	1,75	535,05	29,76
2023	4	3	11,64	1,7	534,225	44,31
2023	4	4	11,34	1,77	534,225	14,35
2023	4	5	11,12	1,69	534,3	76,32
2023	4	6	10,58	2,83	534,6	100,48
2023	4	7	11,37	2,49	534,975	33,08
2023	4	8	11,69	0,92	535,35	22,17
2023	4	9	9,9	2,57	535,5	50,45
2023	4	10	9,84	2,84	535,65	19,57
2023	4	11	11,29	2,18	535,35	40,73
2023	4	12	11,69	1,53	534,9	50,93
2023	4	13	11,82	1,67	534,45	64,36
2023	4	14	9,98	2,05	534,825	54,48
2023	4	15	11,96	1,98	535,575	46,66
2023	4	16	12,14	1,56	535,65	42,72
2023	4	17	11,65	1,27	534,9	76,09
2023	4	18	10,98	1,9	534,9	24,65
2023	4	19	10,73	1,55	534,975	55,8
2023	4	20	10,87	1,41	535,875	27,28
2023	4	21	11,55	1,16	535,575	41,43
2023	4	22	10,66	1,91	535,275	26,86
2023	4	23	7,49	1,89	535,5	80,36
2023	4	24	10,56	1,57	535,575	54,34
2023	4	25	10,23	1,78	535,8	74,13
2023	4	26	10,58	1,08	535,8	87,48
2023	4	27	9,06	1,62	535,65	49,86
2023	4	28	11,06	1,83	535,95	43,23
2023	4	29	11,56	1,82	536,25	37,62

AÑO	MES	DÍA	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (m/s)	Presión (mmHg)	Precipitación (mm)
2023	4	30	11,35	1,81	536,25	36,39
2023	5	1	11,01	3,56	535,95	10,14
2023	5	2	11,01	4,85	535,275	5,63
2023	5	3	11,21	4,41	534,825	11,26
2023	5	4	11,88	4,77	534,975	15,71
2023	5	5	11,89	4,16	535,275	10,39
2023	5	6	12,05	3,81	535,65	20,63
2023	5	7	12,29	3,53	535,575	15,19
2023	5	8	11,83	4,08	535,875	3,57
2023	5	9	11,52	4,3	536,325	12,12
2023	5	10	11,44	3,53	536,325	30,7
2023	5	11	11,69	2,93	537,225	58,07
PROMEDIO			10,57	2,26	535,39	44,14
DESVIACIÓN TÍPICA			1,67	1,03	0,57	32,43

Localización: Latitud -1.745, Longitud -78.6307; Fecha: 03/21/2023; Altura 3003.46 m.



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 10 / 02 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Daniela Carolina Obando Segovia
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título a optar: Ingeniera Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

0021-DBRA-UPT-2024