



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD CIENCIAS**

### **CARRERA DE BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

#### **“EVALUACIÓN ESPACIO – TEMPORAL DE LA PERDIDA DE CARBONO ORGÁNICO OCASIONADA POR LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS EN EL CANTÓN CHAMBO”**

##### **Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para obtener al grado académico de:

**INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTOR:** KEVIN PATRICIO MURILLO NOBOA

**DIRECTOR:** Ms.C. ANDRÉS AGUSTIN BELTRÁN DÁVALOS

**Riobamba-Ecuador**

**2020**

© 2020, Kevin Patricio Murillo Noboa

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

Yo, Kevin Patricio Murillo Noboa, 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 autor 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, 12 de agosto del 2020

Kevin Patricio Murillo Noboa

CI: 0603938531

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA DE BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

El Tribunal de Trabajo de titulación experimental certifica que: El trabajo de titulación tipo proyecto de investigación, **“EVALUACIÓN ESPACIO – TEMPORAL DE LA PERDIDA DE CARBONO ORGÁNICO OCASIONADA POR LA PRODUCCION DE LADRILLOS EN EL CANTON CHAMBO”**, realizado por el señor Kevin Patricio Murillo Noboa, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, El mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales en la virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Andrés A. Beltrán Dávalos Ms.C.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

3 de Diciembre 2020

Ing. Carlos Rolando Rosero Erazo

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

3 de Diciembre 2020

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a mis padres por sus consejos, comprensión, amor y sobre todo por el apoyo incondicional. A mi hermano, que ha estado junto a mi dándome su amor y amistad.

Agradezco a la ESPOCH “Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”, por haberme permitido ser parte de ella, en especial a mis compañeros y docentes de la carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental, ya que compartieron sus conocimientos académicos durante toda esta etapa de estudio y experiencia académica.

Al Ing. Andrés Beltrán quien transmitió sus conocimientos y su colaboración en el desarrollo de la investigación y formación profesional, siendo uno de los mejores docentes de la institución. Por ser una fuente de inspiración para muchos estudiantes y sobre todo por el apoyo brindado para cumplir con esta meta.

## **DEDICATORIA**

A mis Padres Marco Murillo y Rocío Noboa por ser el motor de mi vida y los ángeles que Dios envió para guiar cada uno de mis pasos, a mi hermano Joseph Murillo, por ser mi compañero de lucha en alegrías y tristezas, a mis Abuelitos quienes me ha acompañado durante mis años de carrera; a cada uno de ustedes por ser la motivación de cada día y apoyar este sueño.

## ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| <b>RESUMEN</b> .....   | xii |
| <b>SUMMARY</b> .....   | xii |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....  | 1   |
| <br>   |     |
| <b>CAPITULO I</b>  |     |
| 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....                                 | 4   |
| 1.1. Antecedentes de la investigación.....                         | 4   |
| 1.2. Suelo .....   | 5   |
| 1.2.1. Características del suelo .....                             | 5   |
| 1.2.2. Funciones del suelo .....                                   | 5   |
| 1.2.3. Importancia del suelo .....                                 | 5   |
| 1.2.4. Calidad del suelo .....                                     | 6   |
| 1.2.5. Surgimiento de los indicadores de la calidad del suelo..... | 6   |
| 1.3. Carbono Orgánico del Suelo .....                              | 6   |
| 1.4. Uso del suelo.....  | 7   |
| 1.4.1. Consecuencias del uso del suelo.....                        | 7   |
| 1.5. Cambios del uso del suelo .....                               | 7   |
| 1.6. Contaminación atmosférica .....                               | 8   |
| 1.6.1. Contaminantes atmosféricos en el medio ambiente .....       | 8   |
| 1.6.2. Monóxido de carbono (CO).....                               | 8   |
| 1.6.3. Fuentes de exposición de CO .....                           | 9   |
| 1.6.4. Carboxihemoglobina .....                                    | 10  |
| 1.6.5. Efectos Concentración de Monóxido de Carbono .....          | 10  |
| 1.7. Análisis multitemporales .....                                | 12  |
| 1.7.1. Ladrillos .....   | 12  |
| 1.7.2. Producción de los ladrillos .....                           | 12  |

|   |    |
|---|----|
| 1.8. Gases de Efecto Invernadero y Cambio Climático ..... | 12 |
| 1.8.1. Gases de efecto invernadero .....                  | 12 |
| 1.8.2. Cambio climático .....                             | 12 |
| 1.8.3. Calidad de aire en el Cantón Chambo .....          | 13 |
| 1.9. Sistemas de información geográfica .....             | 13 |
| 1.9.1. ArcGIS .....                                       | 13 |
| 1.10. Analizador de combustión Testo 340 .....            | 13 |

## **CAPITULO II**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>2. MARCO METODOLÓGICO .....</b>  | <b>15</b> |
| 2.1. Tipo de Investigación .....  | 15        |
| 2.2. Diseño de la investigación .....   | 15        |
| 2.3. Descripción del lugar de estudio .....   | 16        |
| 2.4. Población de estudio .....   | 17        |
| 2.5. Identificación de las Variables .....  | 17        |
| 2.6. Operatividad de las variables .....  | 17        |
| 2.7. Unidad de Análisis .....   | 21        |
| 2.8. Levantamiento de línea base .....  | 21        |
| 2.9. Análisis Estadístico .....   | 21        |
| 2.10. Etapa 1 de la Investigación .....   | 21        |
| 2.10.1. Procedimiento para la generación de mapas de cobertura y uso de suelo ..... | 21        |
| 2.10.1.1. Elaboración de la geodata base .....                                      | 21        |
| 2.10.1.2. Ubicación espacial utilizando el software ArcMap 10.3 .....               | 23        |
| 2.10.1.3. Elaboración Mosaico de la zona de estudio .....                           | 23        |
| 2.10.1.4. Estudio de las zonas de extracción de suelo orgánico .....                | 24        |
| 2.10.1.5. Clasificación supervisada .....   | 25        |
| 2.10.2. Procedimiento para generar mapas de Cambio .....                            | 26        |
| 2.10.2.1. Transformación en formato shp .....                                       | 26        |

|  |    |
|--|----|
| 2.11. Etapa 2 de la Investigación.....   | 26 |
| 2.11.1. Obtención del Contenido de Carbono Orgánico generado por proceso de elaboración de ladrillos ..... | 26 |
| 2.12. Etapa 3 de la Investigación.....   | 27 |
| 2.12.1. Medición de gases .....  | 27 |
| 2.12.1.1. Proceso para determinación de medición de gases con el equipo Testo 340.....                     | 27 |
| 2.12.2. Medición de datos de concentración de Monóxido de Carbono .....                                    | 28 |

### **CAPITULO III**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>3. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>  | <b>29</b> |
| 3.1. Delimitación y Estratificación del área de estudio.....                                    | 29        |
| 3.2. Evaluación multitemporal del cambio de cobertura .....                                     | 30        |
| 1.1.1. Mapas de coberturas de las diferentes clases de suelo .....                              | 30        |
| 3.2.2. Valores de la clasificación de los suelos.....   | 32        |
| 3.3. Variación anual de Carbono Orgánico Total Extraído.....                                    | 34        |
| 3.4. Proyecciones de Carbono Orgánico Total por Años.....                                       | 35        |
| 3.5. Análisis estadístico de las altura, áreas y volumen de puntos y fuentes de monitoreo ..... | 38        |
| 3.6. Mediciones de Concentración de Gases en la Ladrillera .....                                | 41        |

### **CONCLUSIONES**

### **RECOMENDACIONES**

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1-1:</b> Concentración de CO y sintomatología.....                          | 11 |
| <b>Tabla 1-2:</b> Operacionalización de variables .....                              | 18 |
| <b>Tabla 2-2:</b> Operacionalización de las variables (Continuación) .....           | 19 |
| <b>Tabla 3-2:</b> Fuentes de Abastecimiento de Tierra en Chambo .....                | 22 |
| <b>Tabla 1-3:</b> Clases de uso de suelo año 2010 .....                              | 32 |
| <b>Tabla 2-3:</b> Clase de uso de suelo año 2019. ....                               | 33 |
| <b>Tabla 3-3:</b> Carbono orgánico Extraído (ton) .....                              | 34 |
| <b>Tabla 4-3:</b> Proyecciones de Carbono Orgánico Total por años .....              | 36 |
| <b>Tabla 5-3:</b> Fuentes y Puntos de monitoreo .....                                | 37 |
| <b>Tabla 6-3:</b> Estadística descriptiva de los puntos y fuentes de Monitoreo ..... | 39 |
| <b>Tabla 7-3:</b> Análisis de varianza de un factor .....                            | 40 |
| <b>Tabla 8-3:</b> Análisis de varianza .....   | 41 |
| <b>Tabla 9-3:</b> Concentración de gases en ppm .....                                | 41 |
| <b>Tabla 10-3:</b> Concentración de gases en ppm .....                               | 42 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1-2:</b> Mapa de la provincia de la zona de estudio. ....                            | 16 |
| <b>Figura 2-2:</b> Mapa de ubicación de la población de estudio. ....                          | 17 |
| <b>Figura 3-2:</b> Máscara de la zona de influencia. ....                                      | 23 |
| <b>Figura 4-2:</b> Áreas con mayor actividad de extracción de suelo. ....                      | 24 |
| <b>Figura 5-2:</b> Áreas con mayor actividad de extracción de suelo. ....                      | 25 |
| <b>Figura 6-2:</b> Clasificación supervisada por fuentes ....                                  | 25 |
| <b>Figura 7-2:</b> Mapa de cobertura de los años 2010 – 2019. ....                             | 26 |
| <b>Figura 1-3:</b> Estratificación del área de estudio ....                                    | 29 |
| <b>Figura 2-3:</b> Mapa multitemporal de las fuentes de extracción principales. ....           | 30 |
| <b>Figura 3-3:</b> Mapas de coberturas y usos de suelo del Cantón Chambo, años 2010-2019. .... | 31 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| <b>Gráfica 1-3:</b> Variación anual de Carbono Orgánico Total en Toneladas. .... | 35 |
| <b>Gráfica 2-3:</b> <i>Proyecciones de pérdida de Carbono.</i> ....              | 37 |

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la pérdida de carbono orgánico espacio-temporal ocasionado por la producción de ladrillos en el cantón Chambo. Para el análisis del volumen de extracción y pérdida de Carbono Orgánico Total se empleó imágenes satelitales y ortofotos entre los años 2010 y 2019. En las que se proyectaron los puntos en el sistema de proyección cartográfica. También se pudo observar que en los diferentes años existió una gran diferencia de suelos entre el 2010 al 2019 en lo que respecta a superficies, el agropecuario aumento 193,26 ha, el forestal se redujo en 130,76 ha, mientras el suelo se redujo en 265,72 ha y la extracción aumento en 40,79 ha. Se realizó el análisis de emisiones de gases generadas por la producción artesanal de ladrillos utilizando un prototipo de chimenea y un medidor de gases Testo 340. Observando que las concentraciones de monóxido de carbono (CO) fueron más elevadas cuando recién empezaban el proceso y fue bajando con el transcurso de los días, mientras que el monóxido de nitrógeno (NO) aumento en los días intermedios obteniendo una alta concentración de monóxido de nitrógeno en el tercer día, y para el cuarto día se redujeron las emisiones. Las concentraciones de ppm de oxidos de nitrógeno (NOx) tienen una similitud con los valores del monóxido de nitrógeno. Los valores existentes de CO<sub>2</sub> se midió en porcentajes, sin cambios significativos en los tres primeros días, mientras que en el último día la reducción fue considerable. La mayor toxicidad de monóxido de carbono se produce debido a que el combustible utilizado, empieza su proceso de combustión, conforme transcurre el tiempo en la producción el valor sigue disminuyendo teniendo relación directa con la eficiencia de combustión y con los porcentajes de CO<sub>2</sub>.

Palabras clave: <SUELOS>, <MONÓXIDO DE CARBONO>, <CARBONO ORGÁNICO>, <TOXICIDAD>, <MEDIO AMBIENTE>, <CHAMBO (CANTÓN)>

## **ABSTRACT**

The purpose of the current research was to evaluate the space-time lose of organic carbon as a result of the brick production in Chambo County. For the extraction volume as well as the Total Organic Carbon lose analysis, it was necessary to use satellite images and orthophotos from 2010 to 2019. These were used for projecting the points in the cartographic projection system. In addition, it was possible to evidence that along these years there was a big difference in the soil surface, the agricultural soil was increased in 193,26 ha, the forest soil was reduced in 130,76 ha, while the soil was reduced in 265,72 ha and the extraction was increased in 40,79 ha. The gas emission analysis coming from handmade brick production was carried out using a chimney prototype and a Testo 340 gas meter. It was possible to observe that the carbon monoxide (CO) concentrations were higher at the beginning of the process, and lower as the days go by, while nitrogen monoxide (NO) increased its levels during intermediate days obtaining a high concentration of nitrogen monoxide on the third day; so for the fourth day, the emissions were reduced. ppm concentrations of nitrogen oxides (NOx) are similar to the values of nitrogen monoxide. The CO<sub>2</sub> existing values were measured in percentages, without any significant change during the three first days; while in the last day, the reduction was significant. The highest carbon monoxide toxicity occurs because the fuel used starts its combustion process and as production time passes, the value continues to decrease, determining a direct relation between combustion efficiency and CO<sub>2</sub> percentages.

Key words: <SOILS>, <CARBON MONOXIDE>, <ORGANIC CARBON>, <TOXICITY>, <ENVIRONMENT>, <CHAMBO (COUNTY)>

## INTRODUCCIÓN

El Cantón Chambo, ubicado a 8 km de la ciudad de Riobamba, es conocido como “La Señora del Agro” debido a la calidad y cantidad de tierra fértil de tipo franco arenoso que posee, haciendo de este uno de los principales proveedores de legumbres, verduras y hortalizas para el País. (Chimborazo 2019)

La producción artesanal de ladrillos en este cantón se ha venido desarrollando desde 1950, donde las ladrilleras se han incrementado velozmente, provocando un deterioro paisajístico y de la calidad del suelo debido a las extracciones de este material sólido en los predios, fomentando el avance de la frontera agrícola del sector. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo,2014)

Los productores artesanales de ladrillo, representan un sector económico importante para la actividad industria envolviendo a una población importante dedicada a esta actividad. Deplorablemente se utilizan hornos con muy baja eficiencia energética, ya que consumen entre 4 a 6 MJ/kg de ladrillo cocido, y generan fuertes emisiones de contaminantes atmosféricos, principalmente CO y material particulado con impactos a la calidad del aire en las zonas peri-urbanas en las que se instala regularmente esta actividad. (Luján y Guzmán, 2015)

La producción artesanal de ladrillos es la segunda fuente de ingresos más importante dentro del cantón, mismo que se distribuye a la ciudad de Riobamba y hacia todos los destinos del país para construcción y vivienda. (SNI, 2012)

Actualmente existen más de 150 Ladrilleras registradas en los documentos catastrales, sin embargo, se tiene conocimiento 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.

El suelo utilizado en la elaboración del ladrillo es de 46.60 hectáreas que corresponde al 0.28% del total de suelo del cantón Chambo; como parte de la utilización de la capa vegetal para la producción del ladrillo en la actualidad existe el suelo descubierto es decir suelo del que han extraído la tierra para la elaboración de los ladrillos y esto cubre un área de 7.44 hectáreas que corresponde al 0.05% del total del suelo. Sumado estas dos áreas tenemos 54.04 has y corresponde al 0.33% del suelo. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo,2014)

Durante los más de 60 años que vienen operando las ladrilleras se ha consumido un volumen considerable de tierra fértil con alto contenido de carbono orgánico, el mismo que mediante el proceso de quema para elaboración del ladrillo lo libera hacia la atmosfera, alterando la calidad atmosférica del sector urbano del cantón, produciendo efectos adversos para el ambiente y salud de la población.

## **JUSTIFICACIÓN**

El proceso de fabricación de ladrillo genera diversos impactos ambientales partiendo de las técnicas de explotación de suelo y bosque para obtener leña como responsables de la degradación y erosión de los suelos circundantes. (Gómez, Carreño y Rojas 2015)

Entre los problemas generados por esta actividad está la contaminación atmosférica a raíz de la producción de gases de efecto invernadero como son dióxido de carbono, monóxido de carbono, compuestos de azufre, óxidos nitrosos y material particulado por encima de los límites permitidos generados por la cocción ineficiente y la falta de sistemas de control de emisiones en estas instalaciones. (Maldonado,2006)

Debido a esta actividad antropogénica y a la presión que esta ejerce al medio ambiente, y por ende al uso de suelo, se ha provocado un cambio inminente de la superficie terrestre en los últimos años haciendo del cambio de uso del suelo un tema de gran interés en diferentes disciplinas ambientales. (Daza Torres, Hernández Flórez y Triana, 2014)

La importancia del presente radica en determinar la cantidad de contaminantes atmosféricos generados y la evolución del cambio superficial del suelo generado a partir de esta actividad; mismo que se dará mediante la generación de material cartográfico y el análisis in-situ de las emisiones de las ladrilleras.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo General**

- Evaluar la pérdida de carbono orgánico espacio-temporal ocasionado por la producción de ladrillos en el cantón Chambo.

### **Objetivos Específicos**

- Comparar los volúmenes de extracción y la pérdida de Carbono Orgánico Total, mediante el empleo de imágenes satelitales y ortofotos entre los años 2010 y 2019 en el Cantón Chambo.
- 
- Realizar una proyección de los datos de pérdida de carbono orgánico total ocasionados por las ladrilleras del cantón Chambo.
- 
- Analizar la concentración de monóxido de carbono emitidos por una ladrillera durante el proceso de producción de ladrillos.

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Antecedentes de la investigación

La industria ladrillera se relaciona directamente con la construcción, que si bien está última se ha modernizado, las ladrilleras continúan con procesos operacionales artesanales de gran emisión de humo. La producción de ladrillos se asocia a los sectores más pobres de las comunidades bajo un esquema de economía informal que se correlaciona con la demanda de los centros de población aledaños. (De Lourdes et al. 2004)

La contaminación del aire asociado a la emisión de contaminantes, además de tener un impacto en la calidad de vida, afecta las propiedades de la materia y visibilidad como consecuencia del desarrollo industrial, la quema de combustibles y transporte de materia prima y productos. (Admassu, y otros, 2006)

Según (Gómez, Carreño y Rojas 2015) en el valle de Sogamoso (Boyacá, Colombia) la contaminación atmosférica se debe en un 56% por la producción artesanal de ladrillo y cal en hornos artesanales de pequeña escala que no llevan un control de emisiones.

Así también las ladrilleras artesanales ubicadas en la zona sur de Cochabamba, Bolivia, aportan un 16,1 % de las emisiones de gases de efecto invernadero, equivalente a 12,130 Mg/año. (Lujan y Guzmán 2015)

De igual manera, los sistemas de información geográfica han jugado un papel importante en la evaluación de los cambios de uso de suelo en muchas regiones agrícolas del mundo por imágenes satelitales históricas de diferentes años de las cuales se obtiene material cartográfico basados en pérdidas de superficie de tierras (Ramos, y otros, 2014)

Por su parte la (FAO, 2016) señala que el carbono orgánico almacenado en el primer metro de suelo asciende a 1417 billones de toneladas y mil millones más se encuentran a dos metros de profundidad, además que la pérdida global de almacenamiento de carbono orgánico registra desde 1850 una pérdida de 66 millones de toneladas debido al cambio del uso de suelo.

## **1.2. Suelo**

FAO, 2015. Define como el componente principal de la tierra y un cuerpo natural formado por el desgaste de los minerales, materia orgánica, agua y aire, es decir, el producto de la combinación de interacciones de factores climáticos, material parental, flora y fauna.

A su vez se lo considera como un sistema heterogéneo, estructurado e irremplazable, producto del desgaste de la roca madre, materia orgánica y minerales que permiten el desarrollo de vida en él y sobre él. (García, et al.,2012)

Algunos autores simplemente lo definen como la capa fina de material fértil que cubre la superficie terrestre y da lugar al crecimiento de las plantas por el aporte de nutrientes y almacenamiento de agua. (López, 2006 pág 3)

### **1.2.1. Características del suelo**

Bravo, et.al., 2013, Menciona que existen tres características fundamentales del suelo que son: Físicas, químicas y biológicas, las cuales juegan un rol muy importante en el crecimiento de las plantas y en el desarrollo de actividades para la supervivencia.

### **1.2.2. Funciones del suelo**

Greiner et al. 2017, Indica que Existen siete funciones principales que cumple el suelo según la comisión de Europa para la protección del suelo, las cuales son: Fuente de carbono, Transformación y filtrado de componentes, Ambiente Físico, Hábitat para el desarrollo de la vida, Producción de comida y biomasa, fuente de materia vegetal, Archivo de la historia de herencia arqueológica.

### **1.2.3. Importancia del suelo**

El suelo es un recurso natural limitado y no renovable. Proporciona diversos ecosistemas o servicios ambientales, incluidos (por ejemplo) relacionados con el ciclo biogeoquímico del suelo que participa en elementos clave de la vida (como el carbono, el nitrógeno, el fósforo, etc.) Componentes no vivos que se transmiten de los sistemas vivos a la tierra debido a la energía disponible. Sin embargo, lo más famoso es que el suelo es un lugar natural para la producción de alimentos y materias primas de los que depende la sociedad mundial. (CONABIO, 2016.; Correa, 2009; OBIO, 2016; Montanarella, 2015).

También es cierto que el suelo afecta en gran medida el entorno en el que se encuentra el suelo y afecta las actividades sociales y económicas de los grupos humanos que se establecen en el

territorio, y estos grupos ejercen diversos grados de presión sobre el suelo y producen y, por lo tanto, afectan O empeorarlo (Gardi et al., 2014).

La historia ha demostrado cómo el suelo se convierte en parte de la vida humana, pero cuando se trata de recursos naturales, el suelo se olvida. (Burbano, 2013 y Saavedra, 2015). Por lo tanto, hoy se cree que el suelo debe manejarse con cortesía, no solo para aumentar la producción de alimentos, sino también para mantener los servicios del ecosistema y regular el clima. (FAO-ITPS, 2015)

#### **1.2.4. Calidad del suelo**

(Doran y Parkin, 1994). Menciona que la calidad y la salud del suelo son conceptos equivalentes, no siempre considerados sinónimos. Mientras que Carter et al., 1997 dice que la calidad debe interpretarse como la efectividad del suelo para un propósito específico por un período de tiempo más largo. El estado dinámico del suelo, incluido el contenido de materia orgánica dentro de un cierto período de tiempo, la biodiversidad o los productos microbianos, constituyen la salud del suelo. (Romig et al., 1995).

#### **1.2.5. Surgimiento de los indicadores de la calidad del suelo**

(Doran y Parkin, 1994; Karlen *et al.*, 1997) reconoce varias funciones las cuales se identifican con la calidad del suelo las cuales son:

- Mejora la productividad del sistema sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas (productividad biológica sostenible)
- Reducir contaminantes ambientales y patógenos (Calidad Ambiental)
- Promover la salud de plantas, animales y humanos.

Para desarrollar este concepto, también se considera que el suelo es la matriz básica de las plantas. Puede capturar, retener y descargar agua y también es un filtro ambiental efectivo (Larson y Pierce, 1991). De esta manera, refleja la capacidad de funcionar dentro de una parte y el ecosistema con el que interactúa. (Parr *et al.*, 1992).

### **1.3. Carbono Orgánico del Suelo**

Según la evidencia de algunos estudios estimativos, la cantidad de carbono retenido en suelos es el doble del que se puede encontrar capturado en plantas, teniendo una relación de la fase gaseosa entre el componente suelo y atmósfera; teniendo un importante aporte al balance global de carbono en el suelo por unidad de área. (Mena Vasconez, y otros, 2001 pág. 39)

Según la FAO, se estima que el carbono orgánico presente en el suelo asciende a 1550 Gt, determinando una relación suelo – atmósfera en 2.1, esto es 2.1 veces más carbono en el suelo que carbono en la atmósfera, y a su vez la relación de carbono suelo – plantas es 2.7. (FAO, 2017)

#### **1.4. Uso del suelo**

Cuando se utiliza el término “uso de suelo” se hace referencia a la actuación humana dentro de la naturaleza, entendiéndose a estos como asentamientos humanos, zonas agrícolas, áreas de protección, entre otras. El uso que se determina para el suelo causa cambios en los paisajes, los ecosistemas y el medio ambiente, existen usos de suelo como los sectores urbanos que se vuelven consumidores de la cobertura vegetal y a expensas de zonas productivas. (Velázquez y Couturier 2009)

##### **1.4.1. Consecuencias del uso del suelo**

El crecimiento de la población y los factores económicos actuales están impulsando a los grupos de población a vivir en áreas urbanas, lo que tiene un impacto en las áreas rurales porque están abandonados, y las características del suelo en ambos casos se ven afectadas, lo que resulta en consecuencias dramáticas para la tierra. Entre las consecuencias del uso del suelo tenemos la pérdida de la biodiversidad, Contaminación, Cambio climático y destrucción de la capa de ozono. (Ellis & Pontius,2007, p.1-3)

#### **1.5. Cambios del uso del suelo**

(Ellis & Pontius,2007, p.1-3) Menciona que el crecimiento poblacional y los factores económicos actuales han alentado a grupos poblacionales habitar en zonas urbanas lo que ha afectado a la zona rural debido a que éstas han quedado abandonadas y las características del suelo en ambas situaciones se ven afectadas dando como resultado consecuencias observables que atraen la atención y preocupación del planeta. Varias de estas consecuencias son la pérdida de la biodiversidad, la contaminación, los cambios climáticos y la destrucción de la capa de ozono, etc.

## **1.6. Contaminación atmosférica**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha determinado que, si una o más sustancias extrañas están presentes en su composición, su cantidad y período de tiempo pueden ser perjudiciales para los humanos, animales y plantas, lo que causará la contaminación del aire o tierra. (Ingesyma, 2012).

Como todos sabemos, la contaminación siempre ha existido porque se produce naturalmente debido a las emisiones volcánicas y los incendios forestales que ocurren naturalmente. Pero debemos considerar que lo más importante es la contaminación humana. (Ingesyma, 2012).

Es importante enfatizar que, para propósitos de cálculo, se consideran las emisiones contaminantes causadas por diferentes actividades económicas humanas. Tenga en cuenta que el método internacional recomienda que se consideren tanto los gases de efecto invernadero como los gases estándar, mientras que en Ecuador se ha decidido considerar solo los gases estándar que se encuentran en la atmósfera más cercana a la tierra (troposfera y atmósfera). Estratosfera) porque son la parte más importante del análisis de la contaminación del aire que afecta la salud humana. (MAE, 2014)

### **1.6.1. Contaminantes atmosféricos en el medio ambiente**

Una forma común y evidente de contaminación del aire es la niebla tóxica que flota por encima de las ciudades. Se sabe que existen diferentes tipos de contaminación, visibles e invisibles, que contribuyen al calentamiento global. Por lo general, se considera contaminación del aire a cualquier sustancia, introducida en la atmósfera por las personas, que tenga un efecto perjudicial sobre los seres vivos y el medio ambiente. (Zapata, 2017).

Al saber ya sobre la contaminación ambiental y los distintos contaminantes existentes, para su análisis se considera al monóxido de carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), los Gases de efecto invernadero que son más relevantes para los impactos ambientales. (Majdanik, Orowicz, Borowiak, & B, 2008)

### **1.6.2. Monóxido de carbono (CO)**

El monóxido de carbono (CO) es un gas inodoro, incoloro e insípido, ligeramente menos denso que el aire, constituido por un átomo de carbono y uno de oxígeno en su estructura molecular. (Heredia, 2014). La principal fuente de actividad humana de CO es la combustión incompleta de combustibles como la gasolina, la combustión incompleta de materia orgánica (hidrocarburos, madera, carbón o petróleo). Además de las chimeneas industriales, calentadores de agua, calderas,

cocinas, estufas, calentadores de kerosene, etc.; es la causa de las emisiones de dióxido de carbono. (Aguirre & Machado, 2015)

(Iparraguirre, 2016) Menciona que la formación de monóxido de carbono suele ser el resultado de cualquiera de los siguientes procesos químicos:

- Combustión incompleta de carbono.
- Reacción a alta temperatura entre CO<sub>2</sub> y materiales carbonosos.
- Disociación de dióxido de carbono a alta temperatura.
- Oxidación atmosférica de metano (CH<sub>4</sub>) producido por fermentación anaeróbica (sin aire) de materia orgánica.
- El proceso de producción y degradación de clorofila en las plantas.

A altos niveles de respiración, las emisiones de monóxido de carbono pueden causar la muerte. A concentraciones tóxicas, ingresa al cuerpo por inhalación sin que la víctima se dé cuenta de que hasta que causa síntomas clínicos (conocido como "asesino silencioso"), la intoxicación por CO es frecuente y, a menudo, es grave y puede ser mortal. O dejar consecuencias irreparables. En otras palabras, estamos tratando con una sustancia tóxica que matará y dejará secuelas, pero es un tratamiento efectivo. (Durán, 2015)

(Rodríguez M., 2009) menciona que el monóxido de carbono causa daño al reaccionar con la hemoglobina de la sangre, formando carboxihemoglobina (COHb). La fuerza de la hemoglobina que se une al CO es aproximadamente 220 veces más fuerte que la del oxígeno, por lo que una cantidad relativamente pequeña de hemoglobina forma COHb. La hemoglobina combinada no puede realizar sus funciones normales, como suministrar oxígeno a la sangre (por ejemplo, oxihemoglobina, O<sub>2</sub>Hb), porque la sangre tiene un transporte de oxígeno insuficiente en el cuerpo, lo que resulta en oxígeno insuficiente en los tejidos, lo que afecta negativamente a las personas.

### **1.6.3. Fuentes de exposición de CO**

Existen varias fuentes de producción exógena que son importantes tomar en cuentas, las cuales son:

- Gases emanados de escape de un motor de explosión (contienen hasta 7 % de CO), como consecuencia de la combustión incompleta de la gasolina o diésel.
- Combustión incompleta de productos que contengan carbono. Cualquier combustión con madera (leña), carbón, aceite, papel, gas, gasolina, parafina y otros derivados del petróleo en general.

- Procesos de combustión en hornilla, estufa, gas de calefacción, etc.
- Incendios, en general, también por combustión incompleta y explosiones.
- Humo de tabaco (3-6% de CO).
- Determinados procesos industriales como la Industria metalúrgica en la que se emplean hornos a altas temperaturas y calderas.
- Removedores de pintura con cloruro de metileno. (Heredia, 2014)

Las fuentes de exposición que han sido normalmente asociadas a diversos grados de intoxicación son: la combustión incompleta por aparatos de calefacción o de cocina, inadecuada ventilación, negligencia en mantención y uso de aparatos en pequeñas áreas. Los individuos más susceptibles corresponden a: embarazadas, niños pequeños. (Heredia, 2014)

#### **1.6.4. Carboxihemoglobina**

La oxihemoglobina de carbono es la hemoglobina en la cual el monóxido de carbono (CO) reemplaza al oxígeno. Cuanto mayor sea la cantidad de carboxihemoglobina, el sujeto puede perder el conocimiento o incluso morir debido a la hipoxia. (CUN, 2015)

(Majdanik, Orowicz, Borowiak, & B, 2008). Mencionó que la concentración relativamente baja de COHb en la sangre puede causar anomalías en el sistema nervioso central. El monóxido de carbono se llama un "asesino silencioso" debido a sus propiedades fisicoquímicas porque utiliza múltiples mecanismos tóxicos para explicar sus 11 posibles efectos adversos en la salud humana. Estos incluyen: compite con el oxígeno y cambia la curva de disociación de la hemoglobina. Una vez que el monóxido de carbono ingresa al cuerpo, se unirá a las enzimas del grupo Hem de hemoglobina, reemplazando así su oxígeno. De esta manera, se forma un complejo llamado carboxihemoglobina en la sangre. (Morales, 2016)

#### **1.6.5. Efectos Concentración de Monóxido de Carbono**

Se considera que el nivel extremadamente dañino es de 1200 ppm y superior a CO. La exposición a 1000 ppm (0.1%) durante unos minutos puede causar una saturación de carboxihemoglobina al 50%. (Durán, 2015)

La siguiente tabla explica la concentración de CO en el medio ambiente, el porcentaje de COHb formado y los síntomas que causan estos síntomas.

**Tabla 1-1:** *Concentración de CO y sintomatología.*

| <b>Concentración de monóxido de carbono</b>   | <b>Efecto</b>   |
|---|---|
| 0-229 mg/m <sup>3</sup> (0-200 ppm)           | Ligero dolor de cabeza en algunos casos   |
| 10 mg/m <sup>3</sup> (8,7 ppm)                | No se excede el nivel carboxihemoglobina del 2.5 %, aun cuando un sujeto normal realice ejercicio ligero o moderado durante 8 horas     |
| 30 mg/m <sup>3</sup> (26 ppm)                 | No se excede el nivel carboxihemoglobina del 2.5 %, aun cuando un sujeto normal realice ejercicio ligero o moderado durante una hora    |
| 34,4 mg/m <sup>3</sup> (30 ppm)               | La exposición diaria a esta concentración es equivalente a fumar 20 cigarrillos al día  |
| 40,1 mg/m <sup>3</sup> (35 ppm)               | Las personas que tienen enfermedades cardíacas no deben exponerse a niveles superiores a esta concentración                             |
| 60 mg/m <sup>3</sup> (52 ppm)                 | No se excede el nivel carboxihemoglobina del 2.5 %, aun cuando un sujeto normal realice ejercicio ligero o moderado durante 30 minutos  |
| 100 mg/m <sup>3</sup> (87 ppm)                | No se excede el nivel carboxihemoglobina del 2.5 %, aun cuando un sujeto normal realice ejercicio ligero o moderado durante 15 minutos  |
| 115 mg/m <sup>3</sup> (100 ppm)               | Se informó del primer indicio de angina en sujetos que hacían ejercicio con cardiopatía coronaria expuestos a esta concentración        |
| 229-458 mg/m <sup>3</sup> (200-400 ppm)       | Después de 5-6 horas se puede observar un leve dolor de cabeza, náuseas, vértigo y síntomas mentales                                    |
| 458-802 mg/m <sup>3</sup> (400-700 ppm)       | Después de 4-5 horas se puede observar un fuerte dolor de cabeza, incoordinación muscular, debilidad, vómitos y colapso                 |
| 802-1260 mg/m <sup>3</sup> (700-1100 ppm)     | Después de 3-5 horas se puede observar un fuerte dolor de cabeza, debilidad, vómitos y colapso  |
| 1260-1832 mg/m <sup>3</sup> (1100-1600 ppm)   | Después de 1.5-3 horas se puede observar coma. (la respiración es aún bastante buena a no ser que el envenenamiento se haya prolongado) |
| 1832-2290 mg/m <sup>3</sup> (1600-2000 ppm)   | Después de 1-1.5 horas hay posibilidad de muerte  |
| 5726-11452 mg/m <sup>3</sup> (5000-10000 ppm) | Después de 2-15 minutos se puede producir la muerte   |

**Fuente:** Región de Murcia Consejería de Salud (2012)

**Realizado por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

## **1.7. Análisis multitemporales**

### **1.7.1. Ladrillos**

Según la (NTE INEN 293, 1978) define al ladrillo como una pieza de arcilla moldeada y cocida, en forma paralelepípedo o prisma regular, que se emplea en albañilería. El ladrillo es un material utilizado en la construcción, fabricado de arcilla o tierra arcillosa, a veces con adición de otros materiales, de suficiente plasticidad o consistencia para que puedan tomar forma permanente y secarse sin presentar grietas, nódulos o deformaciones.

### **1.7.2. Producción de los ladrillos**

La producción de ladrillos artesanal requiere un bajo nivel de mecanización, haciendo un uso intensivo de mano de obra donde la etapa de formación de ladrillos de barro se hace a mano y el proceso de secado es por simple exposición al sol a campo abierto. El punto clave del proceso es la quema de los ladrillos, que se los realiza en hornos artesanales (de baja inversión para su construcción) y de combustible como leña y carbón (comúnmente, recursos de la región). (Luján y Guzmán 2015)

Hoy en día, las máquinas que funcionan con gasolina se han utilizado para implementar nuevos mecanismos de producción que hacen que realizar los ladrillos sean más rápidos, entre ellos, los más ocupados son los métodos tradicionales que usan animales (ganado) para compactar materias primas. El horno manual está hecho con los mismos ladrillos y barro, su combustible, es la leña.

## **1.8. Gases de Efecto Invernadero y Cambio Climático**

### **1.8.1. Gases de efecto invernadero**

Todas las actividades humanas, como el uso de combustibles para la producción de energía y los procesos derivados del cambio en el uso del suelo, están generando grandes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), clorofluorocarbonados (CFC's), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y metano (CH<sub>4</sub>), principalmente, siendo el CO<sub>2</sub> uno de los GEI más importantes por las grandes cantidades en las que se emite. (Ordoñez y Masera 2016)

### **1.8.2. Cambio climático**

El cambio climático es uno de los problemas que afectan a la humanidad, por sus efectos medioambientales y, sobre todo, porque su principal determinante es el incremento de los gases de efecto invernadero, resultantes de las actividades antrópicas. (Useros 2012)

Tras las últimas décadas la aceleración del cambio climático es el resultado del incremento de la concentración de gases de efecto invernadero que amenaza a varios ecosistemas a causa de la quema de combustibles fósiles y a su vez alterando la temperatura global, el aumento del nivel del mar, disminución de los casquetes polares, alteraciones a los sistemas hidrológicos y la calidad del agua, la productividad y fertilidad del suelo; entre los principales efectos. (Garreaud 2011)

Estudiar las causas del cambio climático y comprender la evolución de sus determinantes nos permite proponer posibles escenarios de evolución climática general basados en factores de población, tecnología y consumo de energía y su impacto a escala global. (Useros 2010)

### **1.8.3. Calidad de aire en el Cantón Chambo**

El aire del cantón Chambo se está 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 ladrillo 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 contamina el aire. (PDOT CHAMBO, 2014)

## **1.9. Sistemas de información geográfica**

### **1.9.1. ArcGIS**

ArcGIS es un software que le permite crear, compartir y usar mapas inteligentes. También puede compilar información geográfica basada en la creación y administración de bases de datos geográficas para resolver problemas de análisis espacial, y así divulgar y compartir información. A través de la geografía y la visualización. (ESRI Ecuador, 2018)

El programa tiene una interfaz gráfica amigable y fácil de usar para hacer mapas con la capacidad de manipular formatos de edición. ArcGIS permite el análisis espacial y su relación, y se ajusta de acuerdo con las necesidades de geoprocésamiento para obtener la información dinámica que los usuarios necesitan y las variables que componen su mapeo. (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2012)

### **1.10. Analizador de combustión Testo 340**

Los sensores electroquímicos adecuados para determinar el contenido de oxígeno y los constituyentes nocivos del gas tales como CO, SO<sub>2</sub> o NO<sub>x</sub>, funcionan basándose en el principio de la valoración potenciométrica sensible a los iones. Los sensores están rellenos con un electrolito acuoso, específico para la tarea, en el que están dispuestos dos o tres electrodos,

igualmente combinados específicamente, entre los que hay un campo eléctrico. Los sensores están sellados del exterior mediante membranas permeables al gas. El diseño específico y el funcionamiento de los sensores difieren según el componente del gas a medir. (Testo Argentina SA., 2010)

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1. Tipo de Investigación**

Esta investigación se realizó en zona urbana de Chambo debido a que en este cantón existe gran cantidad de ladrilleras las cuales aún se encuentran laborando de manera artesanal, y cabe recalcar que muchos de sus trabajadores no cuentan con el equipo y la preparación necesaria de protección adecuada para el medio.

El tipo investigación que se realizó es de campo, ya que se obtuvo información directamente del área de estudio y así se analizó las características de la emisión de los contaminantes de CO provenientes de ladrilleras de los Barrios Quitus y Quinto, mediante el cálculo de valores de emisión, analizando los contaminantes atmosféricos en la zona urbana del cantón Chambo.

La investigación es de carácter descriptivo ya que demostraremos si la presencia de emisiones de CO tiene relación con el incremento de niveles de contaminación y afección en la salud humana , también aplicamos el método inductivo, ya que se basó en la observación y la experimentación de hechos y acciones concretas para así llegar a una conclusión final, generando información mediante la toma de datos y su análisis, lo que nos ayudó a determinar la cantidad de concentración de COT del sitio en estudio.

La técnica usada es la observación ya que permite identificar fenómenos, acciones, situaciones, etc. que se desarrollan en las ladrilleras y sus zonas aledañas, con lo cual se obtendrá información necesaria para la investigación.

#### **2.2. Diseño de la investigación**

La investigación realizada se hizo mediante un Diseño Experimental. Las guías prácticas se aplicarán experimentalmente en el proceso de enseñanza aprendizaje del área de Ciencia Tecnología y Ambiente para verificar la evaluación espacio- temporal de la perdida de carbono orgánico ocasionada por la producción de ladrillos en el cantón Chambo.

### 2.3. Descripción del lugar de estudio

El estudio fue realizado en el cantón Chambo con una superficie de 163 km<sup>2</sup>, se ubica a 8 km de la ciudad de Riobamba capital de la provincia de Chimborazo en el Ecuador. Está ubicado al noroeste de la provincia.

Con coordenadas de latitud: -1.73333, longitud de -78,5833, y con una altitud que va desde los 2400 msnm hasta los 4730 msnm. Teniendo un clima frío fresco que varía entre 0 y 18 grados centígrados, así siendo un clima apto para la agricultura.

(Catastro Municipal de reporte de ladrilleras, 2019) Menciona que en el cantón Chambo existen alrededor de 373 hornos artesanales en los cuales sirven para la elaboración de ladrillo. Todos los trabajadores de estos hornos están asociados a fin de alcanzar ciertos beneficios en la compra de materia prima como leña, aserrín y en el transporte del producto.

La quema de una media de 20 mil ladrillos por horno se la lleva alrededor de 2 veces al mes, involucrando para el efecto de los suministros.

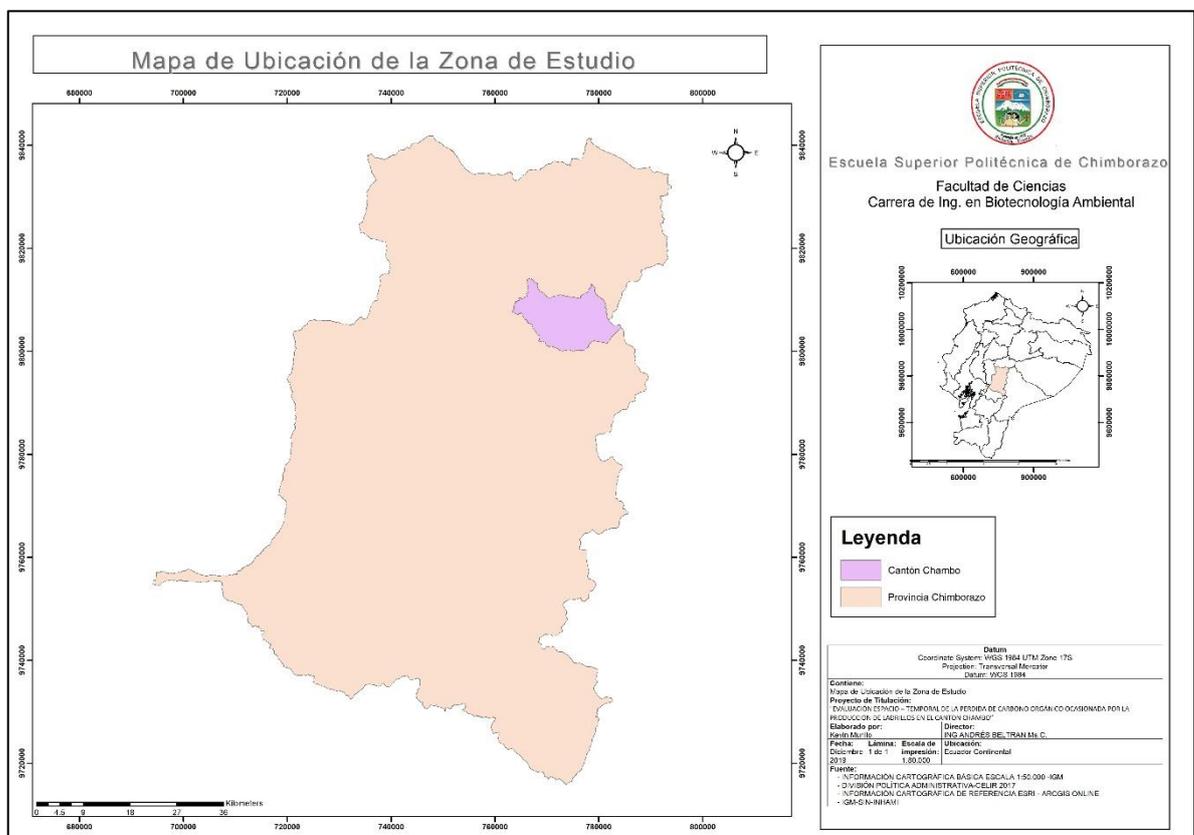
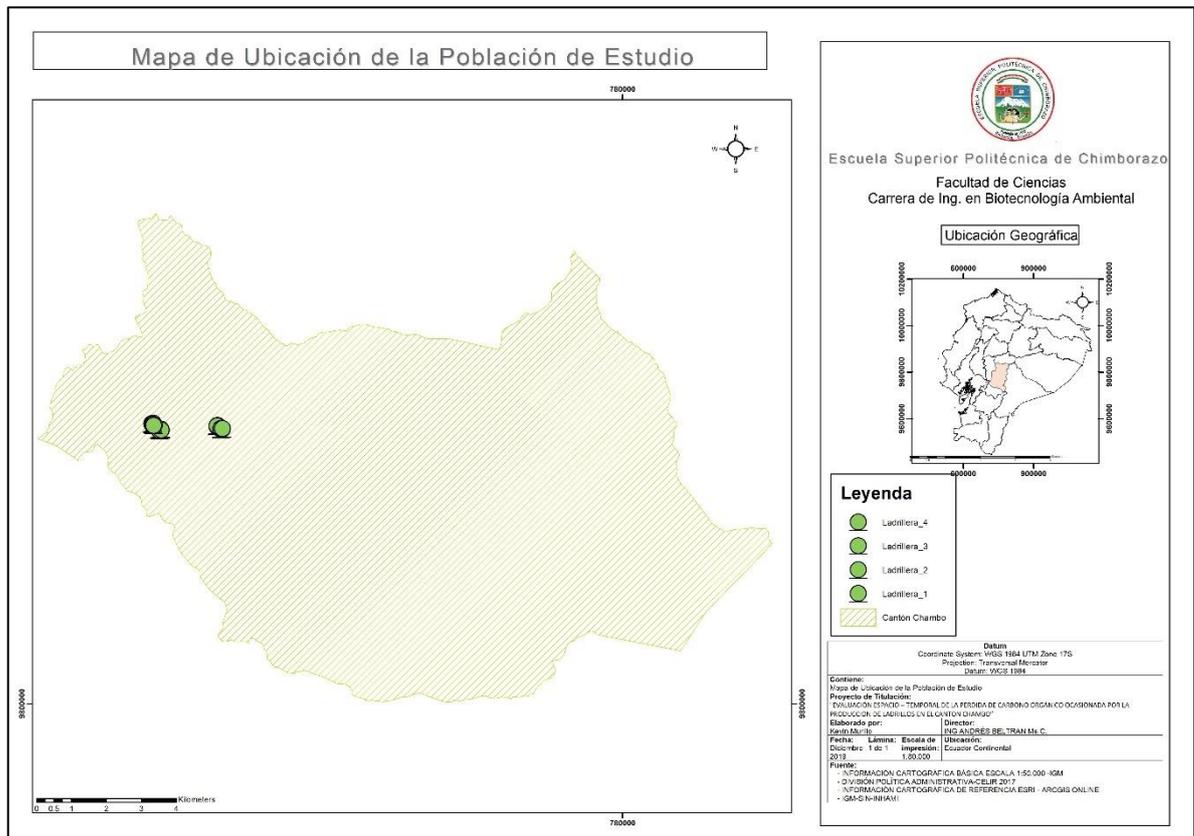


Figura 1-2: Mapa de la provincia de la zona de estudio.

Realizado por: Murillo Noboa, Kevin (2020)

## 2.4. Población de estudio

En los barrios Quintus y el Quinto existen alrededor de 180 fábricas de ladrillos dentro de la zona urbana del cantón, en las cuales hemos identificado y georreferenciados 2 transectos, las cuales sirvieron para el muestreo de los GEI y se encuentran representadas en el siguiente mapa:



**Figura 2-2:** Mapa de ubicación de la población de estudio.

**Realizado por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

## 2.5. Identificación de las Variables

### Variable dependiente

- Área de puntos y fuentes de abastecimiento de Materia Prima.
- Profundidad de extracción del suelo.
- Volumen de suelo Extraído.

### Variable Independiente

Concentración de carbono orgánico

## 2.6. Operatividad de las variables

**Tabla 1-2: Operacionalización de variables**

Realizado por: Murillo Noboa, Kevin (2020)

| Variable                                 | CONCEPTO  | INDICADOR           | INSTRUMENTO                             |
|--|---|---------------------|---|
| <b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>           |   |                     |   |
| <b>Concentración de carbono orgánico</b> | <p>Concentración:</p> <p>La concentración es una relación entre la cantidad de una sustancia y la cantidad de una mezcla total.</p> | Ton/ha              | <p>Ortofotos</p> <p>Programa Arcgis</p> |
| <b>Volumen del suelo extraído</b>        | <p>Al realizar la determinación por áreas en el programa Arcgis , se realizó la medición de la altura del terreno en estudio.</p>   | m <sup>3</sup> /Ton | <p>Ortofotos</p> <p>Programa Arcgis</p> |

**Tabla 2-2:** Operacionalización de las variables (Continuación)

| VARIABLE  | CONCEPTO  | INDICADOR                       | INSTRUMENTO |
|---|---|---------------------------------|-------------|
| <b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b><br><br>Concentración de carbono orgánico                         | Concentración: La concentración es una relación entre la cantidad de una sustancia y la cantidad de una mezcla total.   | Ton/ha                          | ARCGIS      |
| Cambios de uso de suelo   | Cambios morfológicos: Variación en la forma o anatomía del suelo. Transformación de la cubierta vegetal original para convertirla a otros usos o degradar la calidad de la vegetación modificando la densidad y la composición de las especies presentes. | Diferencia de usos de suelos    | ARCGIS      |
| <b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b><br><br>Área de puntos y fuentes de abastecimiento de Materia Prima | Área: Es una magnitud métrica de tipo escalar definida como la extensión en dos dimensiones de una recta al plano del espacio.  | Superficie (ha-m <sup>2</sup> ) | ARCGIS      |
| Profundidad de extracción del suelo   | Profundidad: Se denomina profundidad a la distancia de un elemento con respecto a un plano horizontal de referencia cuando dicho elemento se encuentra por debajo de la referencia.   | Metro (m)                       | Flexómetro  |

|                           |  |                                |        |
|---------------------------|--|--------------------------------|--------|
| Volumen de suelo Extraído | Volumen: Magnitud que mide el espacio que un cuerpo determinado ocupa. | Metro Cúbico (m <sup>3</sup> ) | ARCGIS |
|---------------------------|--|--------------------------------|--------|

**Realizado por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

## **2.7. Unidad de Análisis**

Evaluación de la pérdida de carbono orgánico ocasionada por la producción de ladrillos en el cantón Chambo, provincia de Chimborazo.

## **2.8. Levantamiento de línea base**

Se realizó un levantamiento de línea base mediante encuestas a los trabajadores de las distintas ladrilleras mismas que nos proporcionó datos importantes y relevantes para la realización de esta investigación.

## **2.9. Análisis Estadístico**

Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico MINITAB V15 (Minitab Inc., State College, PA). Se realizó un análisis unidireccional del análisis de varianza para comparar los datos de emisiones de CO. Se realizó un ANOVA unidireccional ( $p < 0,005$ ). Y un coeficiente de correlación de Pearson que se utiliza para medir el grado de cobertura entre los años 2010-2019.

## **2.10. Etapa 1 de la Investigación**

### **2.10.1. Procedimiento para la generación de mapas de cobertura y uso de suelo**

#### *2.10.1.1. Elaboración de la geodata base.*

Se establecieron puntos de monitoreo georreferenciados para estimar la profundidad promedio en la que se extrae el suelo orgánico acumulado en forma de stock de carbono, con dos tipologías:

- Fuentes.
- Puntos focales

La altura se determinó en campo, mediante el uso del flexómetro.

**Tabla 3-2: Fuentes de Abastecimiento de Tierra en Chambo**

| <b>FUENTES PRINCIPALES DE ABASTECIMIENTO DE TIERRA EN CHAMBO</b> |                    |         |                        |
|--|--------------------|---------|------------------------|
| <b>Fuentes</b>   | <b>Coordenadas</b> |         | <b>Altura (metros)</b> |
| F1: estadio Julquis  | 767575             | 9805802 | 4.7                    |
| F2: Julquis  | 767851             | 9805705 | 5.6                    |
| F3: Estadio Ulpan  | 768640             | 9804831 | 7                      |
| F4: Guayllabamba   | 769957             | 9804831 | 4                      |
| F5: Estadio el Tambo   | 767702             | 9808473 | 4.5                    |
| F6: Quintus  | 767870             | 9808355 | 6                      |
| F7: Quintus  | 768472             | 9807984 | 13                     |

| <b>PUNTO DE ESTUDIO NUMERO 1 - EL QUINTO SECTOR CEMENTERIO</b> |                    |         |                        |
|--|--------------------|---------|------------------------|
| <b>fuentes</b>   | <b>coordenadas</b> |         | <b>altura (metros)</b> |
| P1   | 766991             | 9808228 | 4                      |
| P2   | 767027             | 9808136 | 4.6                    |
| P3   | 767143             | 9808046 | 5.4                    |
| P4   | 766777             | 9807893 | 4.5                    |
| P5   | 766545             | 9808023 | 3.8                    |
| P6   | 766219             | 9807833 | 4.4                    |

| <b>PUNTO DE ESTUDIO NUMERO 2 - BARRIO QUINTUS</b> |                    |            |                        |
|---|--------------------|------------|------------------------|
| <b>Fuentes</b>                                    | <b>Coordenadas</b> |            | <b>Altura (metros)</b> |
| P1  | 768301             | 9808372    | 7                      |
| P2  | 768406.66          | 9808031.42 | 9                      |
| P3  | 768456.57          | 9807981.79 | 7.8                    |
| P4  | 768549.62          | 9807919.92 | 9                      |
| P5  | 767870             | 9808355    | 12                     |
| P6  | 768471.7           | 9807733.85 | 11                     |
| P7  | 768394.59          | 9807561.72 | 9                      |

Realizado por: Murillo Noboa, Kevin (2020)

### *2.10.1.2. Ubicación espacial utilizando el software ArcMap 10.3*

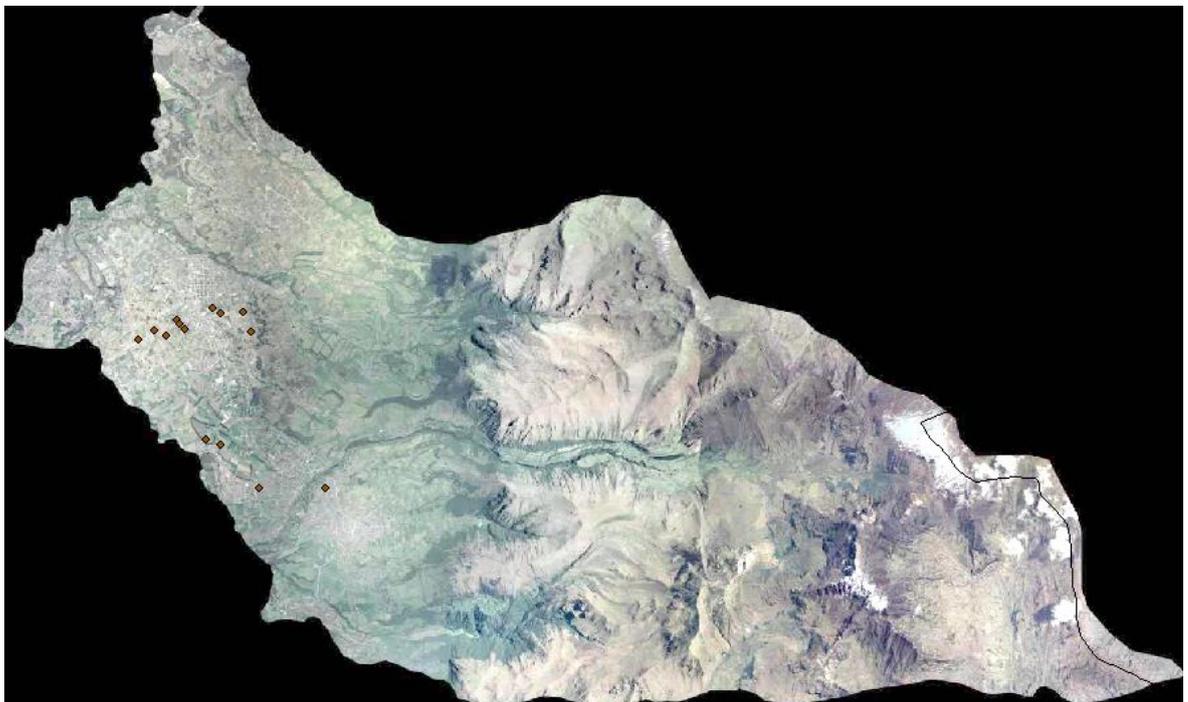
Para la georreferencia se utilizaron datos en formato vector (polígonos), de la base de datos IGM 2014, con las que se proyectaron los puntos en el siguiente sistema.

- Proyección cartográfica Universal Transversa de Mercator
- Datum WGS 84
- Zona 17 SUR
- Escala del mapa 1:50000

Para el promedio no se consideraron los datos que van de la tendencia, es decir mayores a la media acumulada.

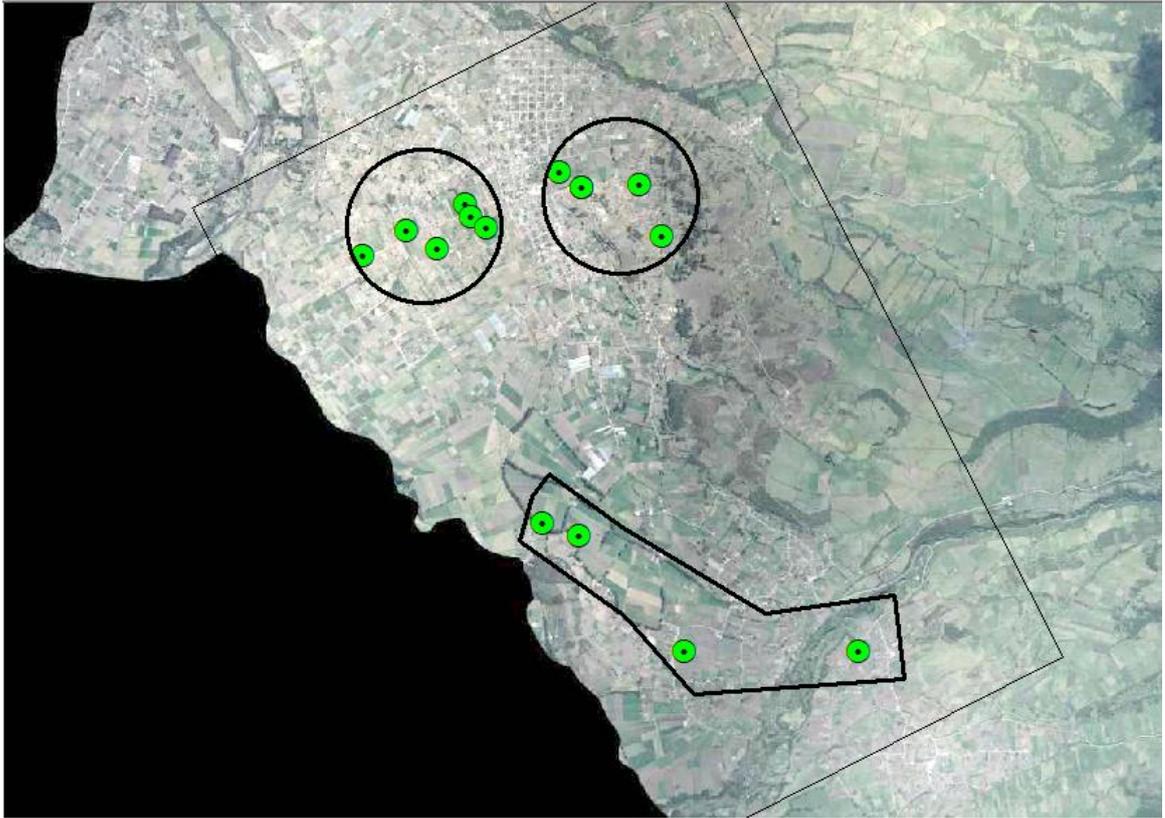
### **2.10.1.3. Elaboración Mosaico de la zona de estudio**

Una vez realizado la sucesión se procede a realizar una máscara de la zona de influencia tomando en cuenta las áreas donde tiene mayor actividad de extracción de suelo, con imágenes de alta resolución.



**Figura 3-2:** *Máscara de la zona de influencia.*

Realizado por: Murillo Noboa, Kevin (2020)



**Figura 4-2:** *Áreas con mayor actividad de extracción de suelo.*

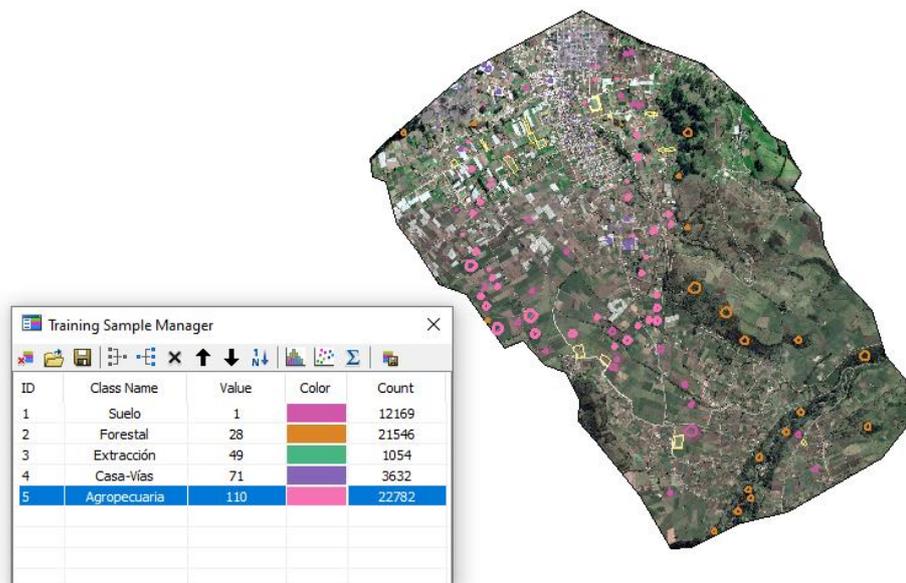
**Realizado por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

Se considera la importancia de delimitar la zona de influencia para evitar sesgo en la clasificación de las coberturas.

#### *2.10.1.4. Estudio de las zonas de extracción de suelo orgánico.*

Para la elaboración se establecieron 5 coberturas considerando discriminar las áreas de extracción de suelo para actividades de producción de ladrillo.

Y se estableció puntos de control en las categorías asignando un grupo de colores para cada categoría.



**Figura 5-2:** Áreas con mayor actividad de extracción de suelo.

Realizado por: Murillo Noboa, Kevin (2020)

### 2.10.1.5. Clasificación supervisada.

Mediante el algoritmo (interactive supervised classification) se establece las categorías antes mencionadas, en formato TIFF.



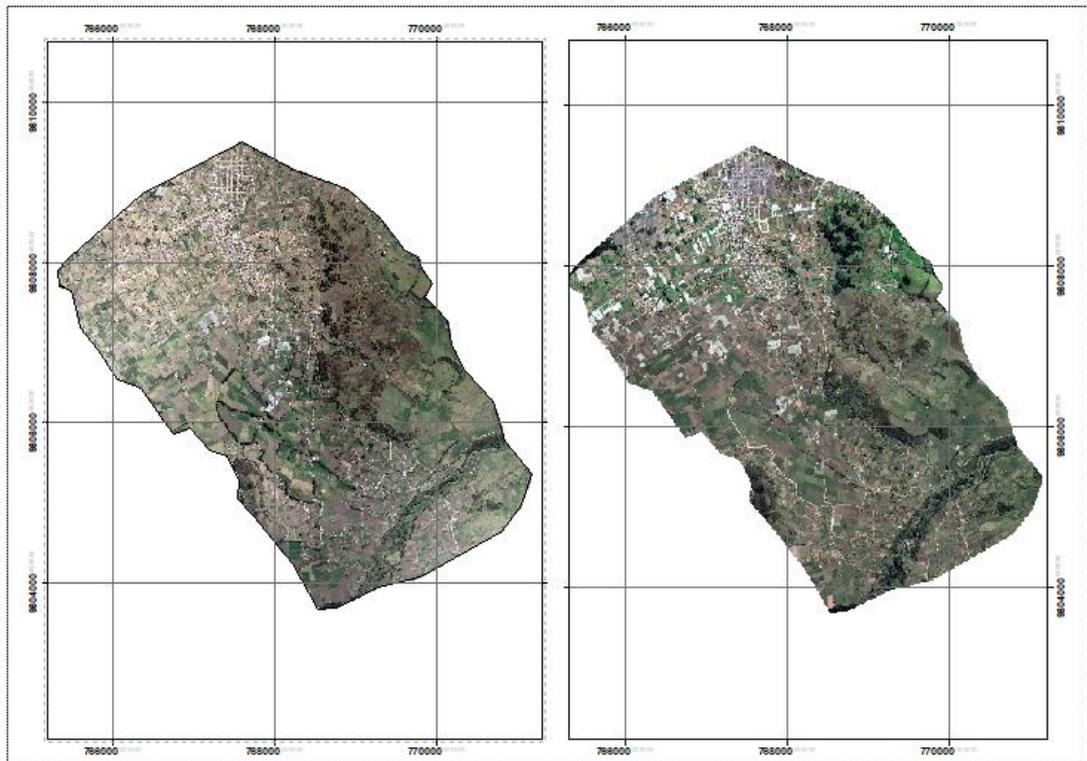
**Figura 6-2:** Clasificación supervisada por fuentes

Realizado por: Murillo Noboa, Kevin (2020)

### 2.10.1.6. Procedimiento para generar mapas de Cambio

Transformación en formato shp

Se realiza el proceso de transformación (raster to polygon) en la caja de herramientas de ArcMap 10.3 y se transforma los polígonos para obtener el mapa de cobertura de los años 2010 – 2019, considerando eliminar áreas menores a 200 m<sup>2</sup>; las áreas más pequeñas se disuelven dentro de la categoría predominante.



**Figura 7-2:** Mapa de cobertura de los años 2010 – 2019

Realizado por: Murillo Noboa, Kevin (2020)

## 2.11. Etapa 2 de la Investigación

### 2.11.1. Obtención del Contenido de Carbono Orgánico generado por proceso de elaboración de ladrillos

Para la evaluación del contenido de carbono utilizamos la base de datos de GSOCMAP, elaborado por proporcionado por GLOSI-GSOCmap(v1.5.0); que es una gran base de datos a nivel mundial establecida de un proceso consultivo y participativo que involucra a 110 países (FAO 2018).

Para el valor del contenido de carbono se establecieron los valores promedios de los límites inferiores 26,2 ton/ha y superiores 71,7 ton/ha, en los primeros 0,60 centímetros, estimando un valor de 48,95 ton/ha.

Se utilizó la información procesada de las encuestas sobre los datos de producción y la cantidad de materia prima que ocupan en realizar la cocción en una sola ladrillera.

## **2.12. Etapa 3 de la Investigación**

### **2.12.1. Medición de gases**

Se realizó el inventario de emisiones de gases generadas por la producción artesanal de ladrillos en el cantón Chambo, a partir de la actividad ladrillera determinada, considerando todos y cada uno de los hornos que operan regularmente.

Para iniciar las mediciones primero se debe colocar la estructura metálica de la chimenea encima del horno de ladrillos, posteriormente se introduce el analizador de gases testo 340 por los agujeros ubicados en la parte superior de la chimenea de la estructura realizada, esta herramienta tiene un manejo sencillo y un equipamiento práctico. El potente analizador de gases de combustión testo 340 está equipado con sensores de alta precisión.

Después de sacar el Testo 340 se debe bajar la estructura del horno para evitar que se quemé el material y se ahogue el mismo.

#### **2.12.1.1. Proceso para determinación de medición de gases con el equipo Testo 340**

- Antes de usar el instrumento, cargue completamente la batería y asegúrese de que no haya impurezas ni suciedad en la sonda y el sensor.
- Conecte la sonda a la parte inferior del dispositivo de visualización.
- Encienda el instrumento y espere unos 5 segundos hasta que la pantalla muestre las opciones del menú para seleccionar los parámetros de medición.
- Seleccionar el tipo de combustible que se utilizará.
- Observar que todos los parámetros estén en cero cada que se realice una nueva medición.
- Tabular manualmente los resultados o guárdelos en la misma computadora cuando corresponda.
- Apague el dispositivo y limpie la sonda para usar el dispositivo en mediciones posteriores.

### ***2.12.2. Medición de datos de concentración de Monóxido de Carbono***

Para la medición de monóxido de carbono se eligió una ladrillera con fácil acceso para realizar los procedimientos ya mencionados, se elaboró una Estructura de Metal cubierta con lonas de publicidad recicladas, en la cual en un extremo se construyó un prototipo de chimenea para que los gases salgan. Las dimensiones se mencionan a continuación:

a. Medidas de la Estructura Metálica:

- **Longitud:** 6 m
- **Ancho:** 4 m
- **Altura:** 1 m

b. Medidas de la chimenea:

- **Altura:** 2 m
- **Diámetro:** 0,60 m

Para realizar el muestreo se hizo un orificio a 1,60 m de altura de la chimenea, con un diámetro igual al del sensor del testo 340.

Las mediciones de la concentración de monóxido de carbono se realizaron durante todo el proceso de cocción de ladrillos, que tiene una duración de 4 días en los que se manifiesta la presencia de humo.

Las tomas de muestra de los gases se realizaron cada dos horas, cabe recalcar que se debe seguir con las medidas de precaución establecidas para que el horno de ladrillos no se quede sin Oxígeno y así la estructura no se quemé.

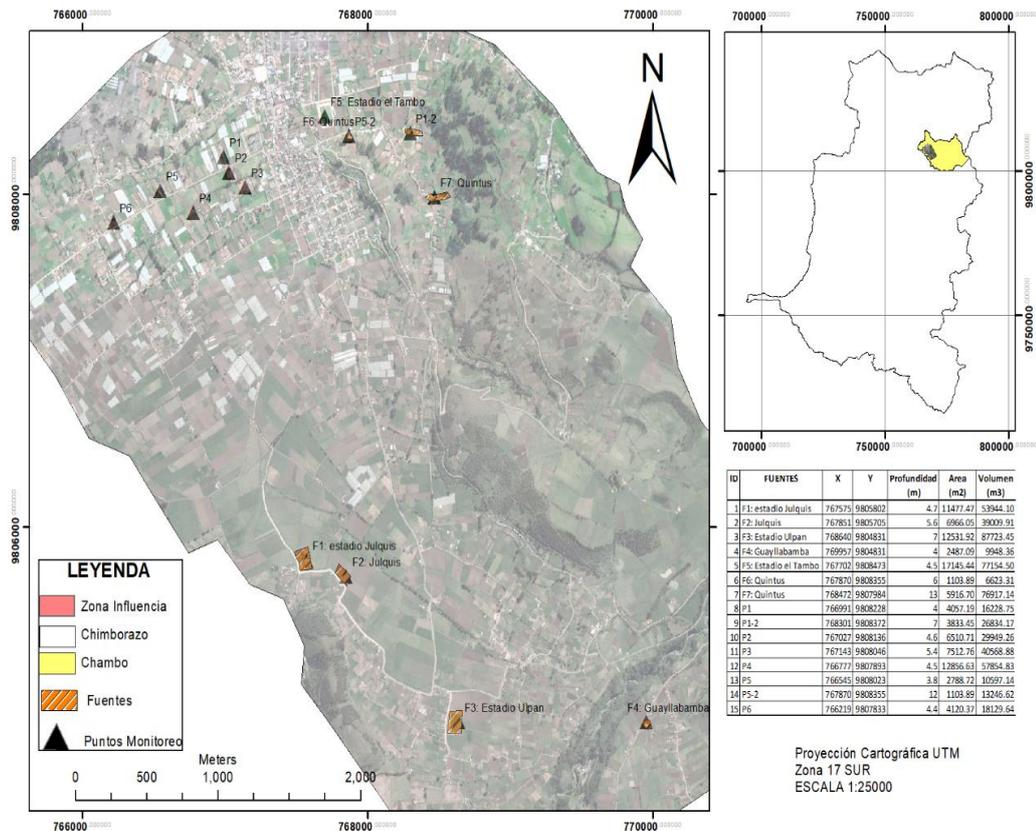
Durante el transcurso de la medición debe haber un lapso de espera para que los valores generados por el testo 340 se estabilicen, ya que estos tardan entre 5 a 6 minutos de acuerdo a la cantidad de gas esparcido al ambiente.

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1. Delimitación y Estratificación del área de estudio

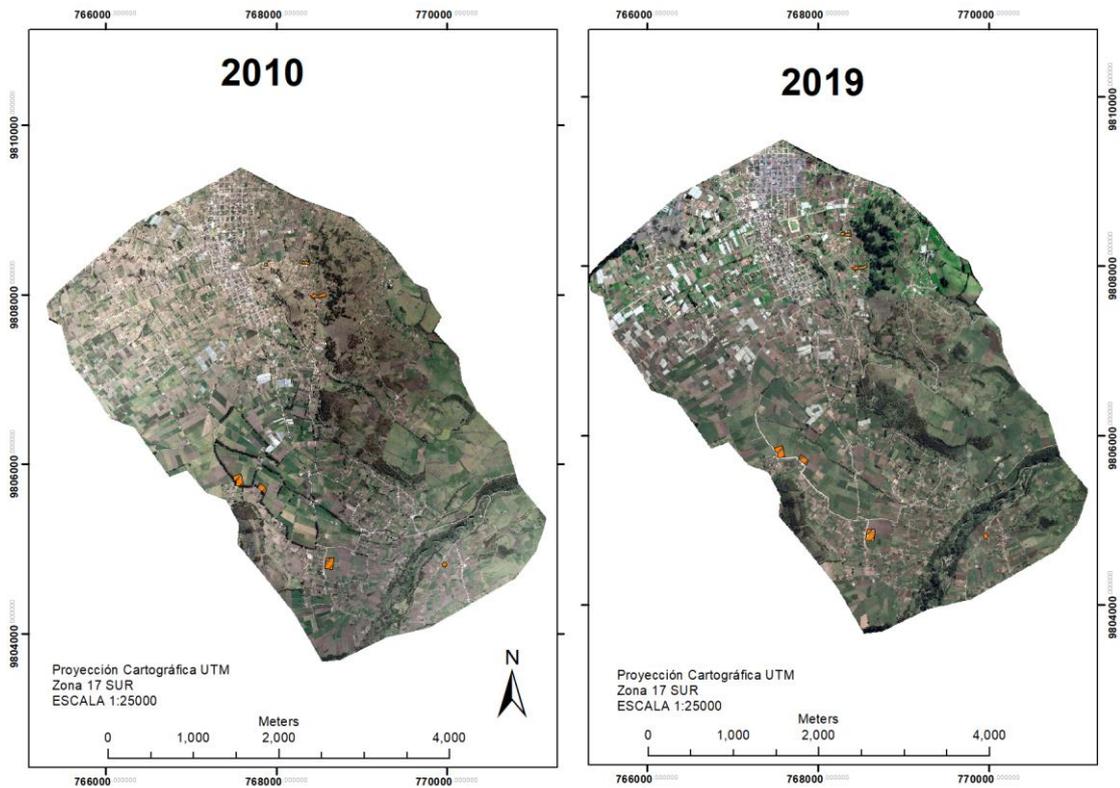
Como se mencionó anteriormente se ha identificado las principales ladrilleras dentro de la zona urbana, siendo estas las de mayor actividad. Como consecuencia del proceso metodológico, por medio de la Proyección Cartográfica UTM, Zona 17 Sur, Escala 1:25000 y el uso de sistemas que permite recopilar, organizar, administrar, analizar y distribuir información geográfica ArcGis, se delimito en dos áreas de estudio que se encuentran esparcidas dentro de la zona de influencia que se convierten en nuestros puntos de monitoreo. (Figura 1.)



**Figura 1-3: Estratificación del área de estudio**

**Realizador por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

### 3.2. Evaluación multitemporal del cambio de cobertura



**Figura 2-3:** Mapa multitemporal de las fuentes de extracción principales.

**Realizador por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

Durante los últimos 10 años el cantón Chambo ha tenido varias fuentes de materia prima para la elaboración de ladrillos en las cuales mediante las encuestas se logró identificar las de mayor relevancia, se pudo observar que el 50% de las fuentes continúan con la extracción de suelo, mientras que el otro 50% ha culminado su proceso, debido a que han sido parte de obras del GAD Municipal como en el caso de los estadios construidos dentro del cantón.

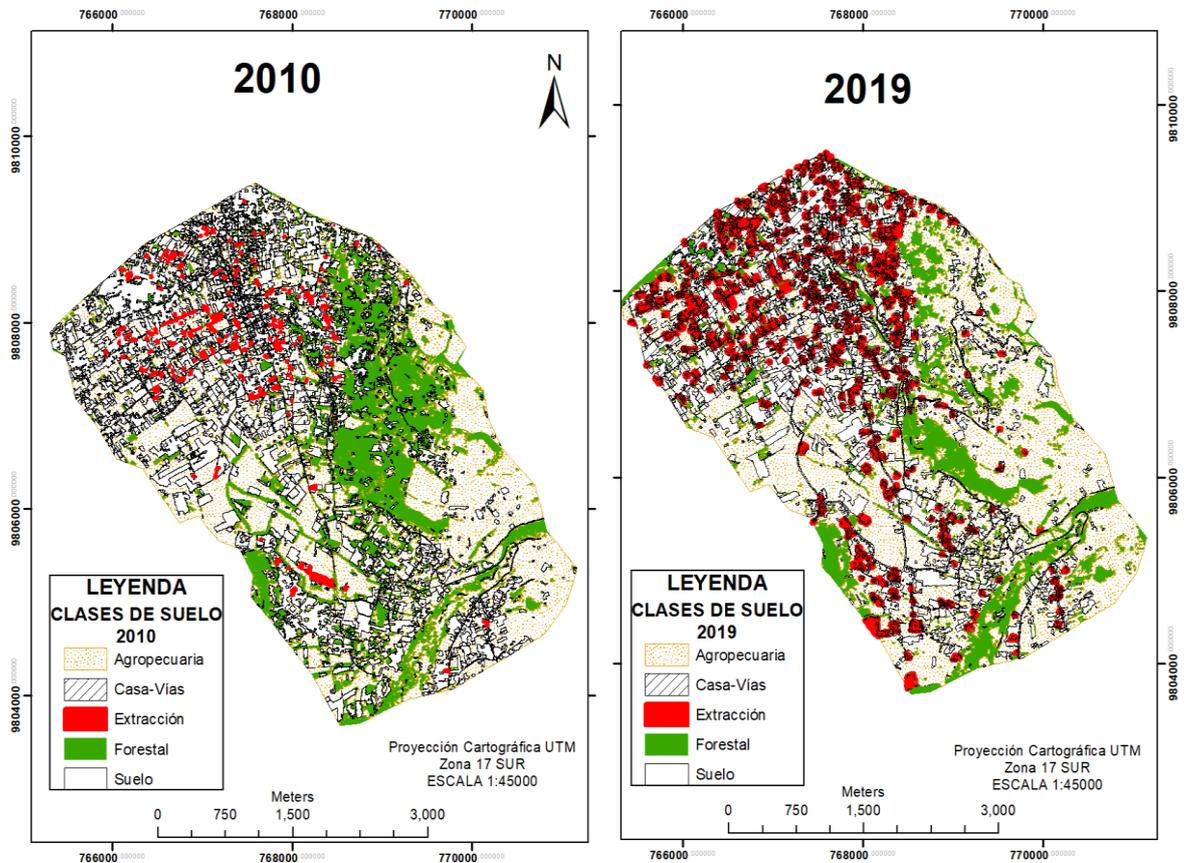
#### ***1.1.1. Mapas de coberturas de las diferentes clases de suelo***

Se puede ver en la figura 3 que entre los años 2010 y 2019 existe cambios notables dentro de tres aspectos principales que tiene que ver con el ambiente los cuales son clase agrícola, forestal y de extracción los mismos que se han visto gravemente perjudicados.

La clase forestal se redujo debido al avance de la frontera agrícola, los puntos de extracción de materia prima aumentaron debido a la falta de control de las autoridades locales, además que durante estos años se produjeron grandes extracciones de suelo para la construcción de centros

recreativos establecidos por GAD municipal, la misma que fue utilizada como materia prima para la producción de ladrillos.

Las fuentes principales de abastecimiento se redujeron y los puntos de extracción en cada una de las ladrilleras aumentaron, por lo que se observa cavidades con gran profundidad, en los terrenos que son dedicados especialmente para la agricultura y ganadería.



**Figura 3-3:** Mapas de coberturas y usos de suelo del Cantón Chambo, años 2010-2019.

**Realizador por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

La extracción del suelo para la elaboración de ladrillo ha aumentado debido a que en el sector donde están ubicadas las ladrilleras se extrae la materia prima del terreno a pesar de que estos ya fueron removidos anteriormente, logrando que la excavación sea más profunda llegando hasta alturas de 13 m.

Este procedimiento lo hacen para evitar cancelar pagos a terceros por materia prima que sea de una fuente principal de gran superficie. Esto se ve reflejado principalmente en las ladrilleras pequeñas que no superan una producción de 15000 ladrillos además de contribuir a la producción ilegal de este material debido a que estas ladrilleras no se encuentran registradas dentro del catastro Municipal.

### 3.2.2. Valores de la clasificación de los suelos

En la siguiente tabla 1 se presentan los resultados de los valores de la clasificación de suelo en el año 2010 como se puede ver con una evidente predominancia en la clase agropecuaria con 870,07 ha, la clase forestal fue de 377, 74 ha; entretanto la cobertura de suelo fue de 554,95ha, mientras que la clasificación casa-vías fue de 79,40 ha y por último y el más importante en relación a nuestro estudio fue la clase extracción con un valor de 13,09 ha.

Para los cálculos de volumen removido tomamos la media de altura de extracción de 6,04 m para así obtener un resultado de 790364,52 m<sup>3</sup>.

Por último, se pudo observar que la cantidad de Carbono orgánico extraído fue de 6448,057062 ton, tomando en cuenta que el valor de contenido orgánico estimado es de 48,95 ton/ha en los primeros 0,6 m, pero nuestra altura promedio fue de 6,04 m lo cual nos da un aproximado de contenido de COT de 492,76 ton/ha.

Cuzco, V () menciona que a medida que la altitud aumenta respecto al nivel del mar el COT también se incrementa , resultados que en esta investigación nos llevan a decir que las fuentes principales de abastecimiento de materia prima tienen un mayor porcentaje de carbono orgánico ya que se encuentran a mayor altura que los puntos, es decir, que las fuentes se localizan en comunidades del Cantón Chambo mencionando entre algunas Guayllabamba, Ulpan y Llucud, por lo que se refleja un cambio en el color del suelo obteniendo una tonalidad negra.

**Tabla 1-3: Clases de uso de suelo año 2010**

| FID | Clases       | Superficie (ha) | Área (m <sup>2</sup> ) | Altura m | COT ton/ha | Volumen Removido | Carbono orgánico Extraído (ton) |
|-----|--------------|-----------------|------------------------|----------|------------|------------------|---------------------------------|
| 0   | Agropecuaria | 870,07          | 8700705,48             |          |            |                  |                                 |
| 1   | Forestal     | 377,74          | 3777397,99             |          |            |                  |                                 |
| 2   | Suelo        | 554,95          | 5549545,25             |          |            |                  |                                 |
| 3   | Casa-Vías    | 79,40           | 793951,36              |          |            |                  |                                 |
| 4   | Extracción   | 13,09           | 130855,05              | 6,04     | 492,763333 | 790364,52        | 6448,057062                     |

COT: Carbono Orgánico Total

Ton: Toneladas

**Realizador por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

En la tabla 2 se presenta los datos de las diferentes clasificaciones de suelo del año 2019, viendo las transformaciones en cada una de las clasificaciones. Se obtuvo 1063,33 ha en el área agropecuaria, 246,98 ha en la zona forestal y 289,23 ha en suelo entre tanto, para casas-vías se obtuvo un valor de 241,77 ha y con una extracción de 53,88 ha.

En tanto el volumen removido fue de 324565,45, tomando en cuenta la medida de altura de extracción promedio ya mencionada.

Para el Carbono Orgánico extraído se obtuvo el valor de 175367488 ton. Manteniendo la misma metodología de cálculo que en el año 2010.

**Tabla 2-3:** Clase de uso de suelo año 2019.

| FID | Clases       | Superficie (ha) | Área (m <sup>2</sup> ) | Altura m | COT    | Volumen Removido | Carbono orgánico Extraído (ton) |
|-----|--------------|-----------------|------------------------|----------|--------|------------------|---------------------------------|
| 0   | Agropecuaria | 1063,33         | 10633260,6             |          |        |                  |                                 |
| 1   | Forestal     | 246,98          | 2469791,87             |          |        |                  |                                 |
| 2   | Suelo        | 289,23          | 2892268,31             |          |        |                  |                                 |
| 3   | Casa-Vías    | 241,77          | 2417737,88             |          |        |                  |                                 |
| 4   | Extracción   | 53,88           | 538835,34              | 6,04     | 492,76 | 3254565,45       | 26551.8                         |

COT: Carbono Orgánico Total

Ton: Toneladas

**Realizador por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

Como se pudo observar en las tablas de clases de suelos en los diferentes años existió gran diferencia entre el 2010 al 2019 en lo que respecta a superficies, el agropecuario aumento 193,26 ha, el forestal se redujo en 130,76 ha, mientras el suelo se redujo en 265,72 ha y la extracción aumento en 40,79 ha.

Según Sánchez, A (2016) en la estimación de COT mediante el empleo de imágenes satelitales determina que sitios con coberturas de bosques presentan un COT entre 60 a 100 ton/ha, mientras que el bosque natural presenta valores mayores a 100 ton/ha en el cantón Alausí, teniendo una similitud con las categorías de nuestro estudio, recalando que en el páramo existe poca cobertura de vegetación y es ahí donde se encuentran las más grandes fuentes de materia prima para la elaboración de ladrillos.

En cuanto a volumen de tierra removida hubo un aumento considerable de 3254565.45 ha del 2010 al 2019.

De acuerdo a los valores anteriormente mencionados, el Carbono Orgánico Extraído en el 2010 fue de 6448,057 ton, mientras que en el 2019 se obtuvo un valor de 26551.8 ton, dando una diferencia de 20103.75 ton entre estos dos años, lo cual podemos presenciar que esta década fue una de las más altas en cuanto a pérdida de carbono orgánico.

### 3.3. Variación anual de Carbono Orgánico Total Extraído

Para encontrar la variación anual de COT realizamos una diferencia entre los valores de extracción del 2010 y 2019, este valor lo dividimos para los 9 años que transcurrieron.

**Tabla 3-3:** *Carbono orgánico Extraído (ton)*

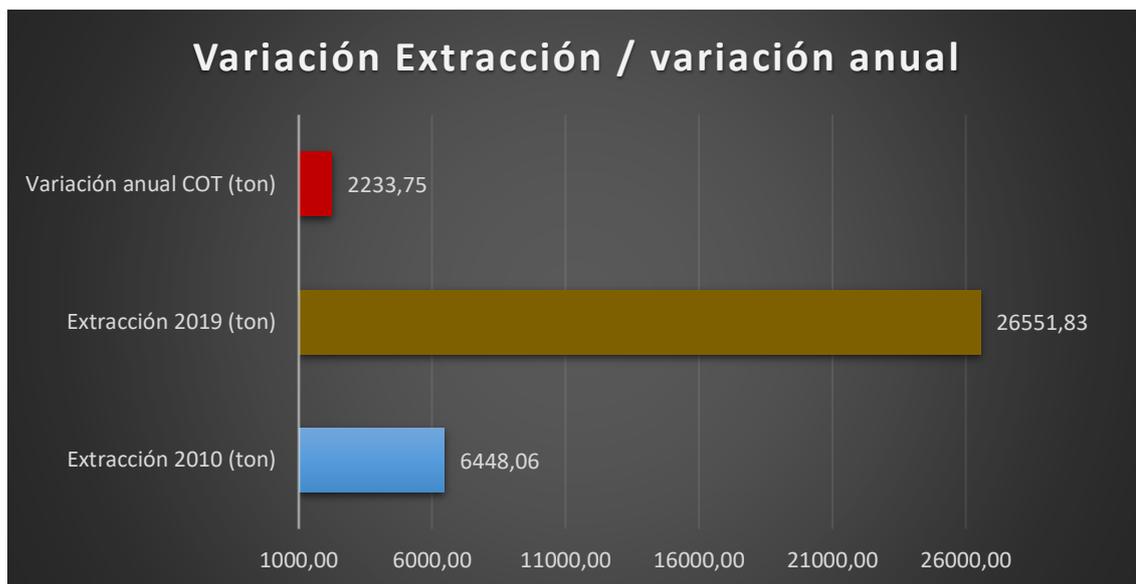
| <b>Carbono orgánico Extraído (ton)</b> | <b>Extracción 2010 (ton)</b> | <b>Extracción 2019 (ton)</b> | <b>Variación anual COT (ton)</b> |
|--|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
|  | 6448,06                      | 26551.83                     | 2233.75                          |

COT: Carbono Orgánico Total

Ton: Toneladas

**Realizador por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

Como se puede observar en la Gráfica 1 se analizó la variación anual de los valores de pérdida de COT a partir de las cifras de extracción de los años de estudio existiendo una variación de 2233.75 ton la cual en términos de porcentaje nos da una variación anual de 8.41%.



**Gráfica 1-3:** Variación anual de Carbono Orgánico Total en Toneladas

**Realizador por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

### 3.4. Proyecciones de Carbono Orgánico Total por Años

(Gougoulias,.2014), indica que hay inseguridad para la realización de proyecciones del COT en relación al cambio climático, las acciones antropológicas determinaran las consecuencias del mismo, además de su representación en modelos satelitales y un probable efecto impulsor que lo define como crecimiento por la añadidura de compuestos degradables en la descomposición de las reservas de carbono.

Es importante tener conocimiento de las reservas de COT, de sus pérdidas y de la distribución en el espacio ya que es fundamental para varios actores de la sociedad. La producción de alimentos es la acción principal que debe tener el suelo, como se menciona en (Clara, L., *et al.*, 2017).

Es por eso que mediante los datos obtenidos de variación anual de carbono orgánico total y estimando una proyección lineal se han realizado las proyecciones respectivas.

Para conocer las proyecciones de COT debemos partir de dos datos ya existentes, en primer lugar, debemos conocer las cifras aproximadas de los años intermedios entre estos dos intervalos de tiempo, donde podemos observar años como 2013,2015,2017 los cuales nos demuestran como aumenta paulatinamente la perdida de carbono orgánico.

Una vez que conozcamos estos valores los ordenamos para conocer la trascendencia a futuro utilizando fórmulas de proyección ya establecidas en Excel, se tomó aleatoriamente años como 2020,2025, 2030 y 2040 donde se pudo conocer los valores estimados para estos periodos, estas

proyecciones nos indican un aumento paulatino muy grave si no se toman las medidas adecuadas para reducir la extracción y bajar los niveles de COT. (Ver Tabla 3)

**Tabla 4-3:** *Proyecciones de Carbono Orgánico Total por años*

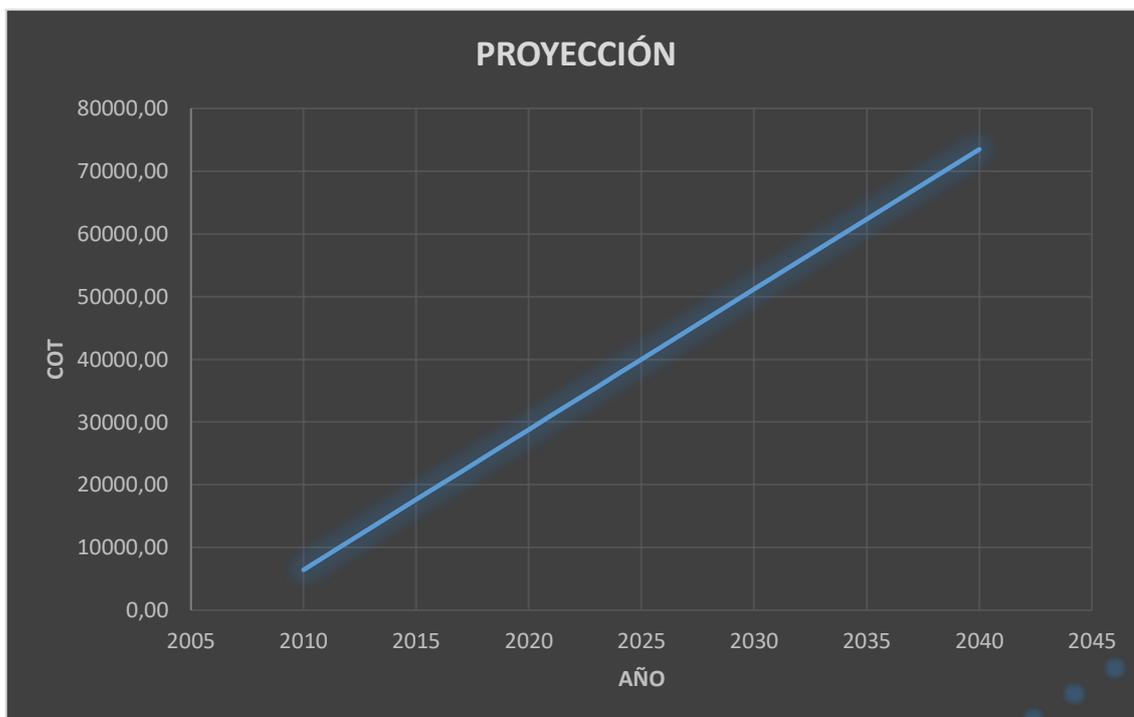
| AÑO  | COT      |
|------|----------|
| 2010 | 6448.06  |
| 2013 | 13149.32 |
| 2015 | 17616.83 |
| 2017 | 22084.34 |
| 2019 | 26551.83 |
| 2020 | 28785.59 |
| 2021 | 31019.34 |
| 2022 | 33253.09 |
| 2023 | 35486.84 |
| 2024 | 37720.60 |
| 2025 | 39954.35 |
| 2030 | 51123.10 |
| 2040 | 73460.62 |

**Realizador por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

Una vez encontrados los valores de proyección se realizó la respectiva gráfica de dispersión en la que se encuentran las cifras de carbono orgánico total hasta el año 2040, realizando una gráfica lineal donde el eje de las (x) expresa los años, y las cantidades de COT se encuentra en el eje (y) en toneladas. (Ver Grafica 2)

Para disminuir los niveles de pérdida de carbono orgánico es necesario tomar ciertas medidas de carácter urgente por el GAD Municipal de Chambo, una de estas soluciones es implementar una resolución aprobada por el Consejo Cantonal que implique no realizar excavaciones profundas de más de 1 m en terrenos donde se encuentran las ladrilleras, caso contrario imponer una contribución o impuesto especial y de no acatar esta disposición que se proceda al cierre o suspensión de las mismas.

Otra de las soluciones que aplica a las fuentes principales de materia prima en la producción de ladrillos es la existencia de un estricto control Ambiental para que la extracción sea sostenible bajo vigilancia de profesionales capacitados.



**Gráfica 2-3:** *Proyecciones de pérdida de Carbono.*

**Realizador por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

En la tabla 4 podemos observar las coordenadas geográficas de las principales fuentes de abastecimiento de materia prima para la producción de ladrillos y los puntos de estudio en el cantón Chambo, al igual que su altura o profundidad de excavación, superficie del terreno y el volumen total de cada parcela.

**Tabla 5-3:** *Fuentes y Puntos de monitoreo*

| FID_Monito | FUENTES              | X      | Y       | Altura (m) | Area (m2) | Volumen (m3) |
|------------|----------------------|--------|---------|------------|-----------|--------------|
| 0          | F1: estadio Julquis  | 767575 | 9805802 | 4,7        | 11477,47  | 53944,10     |
| 1          | F2: Julquis          | 767851 | 9805705 | 5,6        | 6966,05   | 39009,91     |
| 2          | F3: Estadio Ulpan    | 768640 | 9804831 | 7          | 12531,92  | 87723,45     |
| 3          | F4: Guayllabamba     | 769957 | 9804831 | 4          | 2487,09   | 9948,36      |
| 4          | F5: Estadio el Tambo | 767702 | 9808473 | 4,5        | 17145,44  | 77154,50     |
| 5          | F6: Quintus          | 767870 | 9808355 | 6          | 1103,89   | 6623,31      |
| 6          | F7: Quintus          | 768472 | 9807984 | 13         | 5916,70   | 76917,14     |
| 7          | P1                   | 766991 | 9808228 | 4          | 4057,19   | 16228,75     |
| 8          | P1-2                 | 768301 | 9808372 | 7          | 3833,45   | 26834,17     |
| 9          | P2                   | 767027 | 9808136 | 4,6        | 6510,71   | 29949,26     |

|    |      |        |         |     |          |          |
|----|------|--------|---------|-----|----------|----------|
| 10 | P3   | 767143 | 9808046 | 5,4 | 7512,76  | 40568,88 |
| 11 | P4   | 766777 | 9807893 | 4,5 | 12856,63 | 57854,83 |
| 12 | P5   | 766545 | 9808023 | 3,8 | 2788,72  | 10597,14 |
| 13 | P5-2 | 767870 | 9808355 | 12  | 1103,89  | 13246,62 |
| 14 | P6   | 766219 | 9807833 | 4,4 | 4120,37  | 18129,64 |

**Realizador por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

### **3.5. Análisis estadístico de las altura, áreas y volumen de puntos y fuentes de monitoreo**

Se realizó un análisis estadístico descriptivo de cada una de las medidas de dispuestas, realizando para cada una: la media, desviación estándar, varianza de la muestra, máximos, mínimos, nivel de confianza, etc (Ver Tabla 5). Para el análisis estadístico se usó el software MINITAB V16, (Minitab Inc., State College, PA).

**Tabla 6-3: Estadística descriptiva de los puntos y fuentes de Monitoreo**

| Altura (m)                |       | Área (m <sup>2</sup> )    |             | Volumen (m <sup>3</sup> ) |              |
|---------------------------|-------|---------------------------|-------------|---------------------------|--------------|
| Media                     | 6,04  | Media                     | 6694,15     | Media                     | 37648,67     |
| Error típico              | 0,73  | Error típico              | 1239,74     | Error típico              | 7026,34      |
| Mediana                   | 4,70  | Mediana                   | 5916,70     | Mediana                   | 29949,26     |
| Moda                      | 7,00  | Moda                      | 1103,89     | Moda                      | #N/A         |
| Desviación estándar       | 2,82  | Desviación estándar       | 4801,51     | Desviación estándar       | 27212,89     |
| Varianza de la muestra    | 7,93  | Varianza de la muestra    | 23054488,52 | Varianza de la muestra    | 740541533,90 |
| Curtosis                  | 2,71  | Curtosis                  | -0,11       | Curtosis                  | -0,94        |
| Coefficiente de asimetría | 1,87  | Coefficiente de asimetría | 0,85        | Coefficiente de asimetría | 0,64         |
| Rango                     | 9,20  | Rango                     | 16041,56    | Rango                     | 81100,13     |
| Mínimo                    | 3,80  | Mínimo                    | 1103,89     | Mínimo                    | 6623,31      |
| Máximo                    | 13,00 | Máximo                    | 17145,44    | Máximo                    | 87723,45     |
| Suma                      | 90,50 | Suma                      | 100412,28   | Suma                      | 564730,06    |
| Cuenta                    | 15,00 | Cuenta                    | 15,00       | Cuenta                    | 15,00        |
| Nivel de confianza(95.0%) | 1,56  | Nivel de confianza(95.0%) | 2658,99     | Nivel de confianza(95.0%) | 15070,00     |

**Realizador por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

En lo que respecta a la altura de los puntos de monitoreo se obtuvo un mínimo de 3,8 m y un máximo de 13 m en profundidad de extracción de cada terreno, obteniendo una media de 6,04 m, esta medida es importante para calcular la cifra de COT, la dispersión de los datos con respecto a la media es de 2,82 m.

Los valores de superficie hallados por el programa arcGIS varían entre 1103,89 m<sup>2</sup> y 17145,44 m<sup>2</sup> obteniendo una media de 6694,15 m<sup>2</sup> y una dispersión significativa con respecto a la media obteniendo una desviación estándar de 4801,51 m<sup>2</sup>.

El volumen de suelo extraído se calculó a partir del área y de la altura, obteniendo un valor mínimo de 6623,31 m<sup>3</sup> y un máximo de 87723,45 m<sup>3</sup>; el primer valor representa a puntos de extracción que se encuentran en la misma ladrillera donde se obtiene la materia prima, mientras que el segundo valor representa a una de las mayores fuentes de extracción que tiene el cantón Chambo para la producción de ladrillos, la media se encuentra en un valor de 37648,67 m<sup>3</sup>.

**Tabla 7-3:** *Análisis de varianza de un factor*

| Grupos       | Cuenta | Suma        | Promedio    | Varianza   |
|--------------|--------|-------------|-------------|------------|
| Altura (m)   | 15     | 90,5        | 6,033333333 | 7,93238095 |
| Area (m2)    | 15     | 100412,28   | 6694,152001 | 23054488,5 |
| Volumen (m3) | 15     | 564730,0625 | 37648,67083 | 740541534  |

Realizador por: Murillo Noboa, Kevin (2020)

Para la tabla 6 y 7 se realizó un análisis estadístico descriptivo a los datos del parámetro obtenido en los puntos de monitoreo de cada fuente del área de estudio.

Se emplearon pruebas de distribución normal de datos para verificar los supuestos del análisis Anova, agrupándolos de acorde a los objetivos. Previo a la evaluación del contenido de carbono los datos se asociaron por altura, área y volumen. Las pruebas de asimetría, desviación estándar, curtosis, indican que los datos de las variables se distribuyen normalmente, lo cual es un precepto para proceder con el Anova.

Se realizó un Anova de una sola vía ( $p < 0,005$ ), los análisis de varianza muestran que los valores fueron significativamente diferentes.

**Tabla 8-3: Análisis de varianza**

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | de Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F         | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|-----------|--------------|----------------------|
| Entre grupos              | 12099406627       | 2                     | 6049703313                | 23,767946 | 1,24823E-07  | 3,219942293          |
| Dentro de los grupos      | 10690344425       | 42                    | 254532010,1               |           |              |                      |
| Total                     | 22789751052       | 44                    |                           |           |              |                      |

Realizador por: Murillo Noboa, Kevin (2020)

### 3.6. Mediciones de Concentración de Gases en la Ladrillera

En la tabla 6 se puede ver que las concentraciones de CO descendieron con el transcurso de los días, observando mayor valor en el primer día, mientras que en el día 2 y 3 no existió diferencia significativa, pero se redujeron de manera paulatina con respecto a la primera cifra, siendo el cuarto día el de menor concentración.

La situación del NO es diferente a la del CO, ya que existió un aumento en los días intermedios observando que el tercer día tiene la más alta concentración de monóxido de nitrógeno, mientras que para el cuarto día se redujeron las emisiones considerablemente incluso menores que el primer día.

Las concentraciones de ppm de NOx tienen una similitud con los valores del monóxido de nitrógeno, considerando que son los de mayor abundancia con respecto al dióxido de nitrógeno.

**Tabla 9-3: Concentración de gases en ppm**

| Día | Ppm CO                | Ppm NO               | Ppm Nox              |
|-----|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 1   | 5313,70 <sup>aw</sup> | 14,66 <sup>bv</sup>  | 14,66 <sup>bv</sup>  |
| 2   | 4376,8 <sup>cx</sup>  | 18,833 <sup>bz</sup> | 18,85 <sup>bz</sup>  |
| 3   | 3518,8 <sup>cx</sup>  | 23,182 <sup>dz</sup> | 23,182 <sup>dz</sup> |
| 4   | 642,3 <sup>ey</sup>   | 4,00 <sup>fu</sup>   | 4,025 <sup>fu</sup>  |

<sup>a-f</sup> Medias en las filas con diferente superíndice, difieren significativamente ( $p < 0,005$ ).

<sup>u-z</sup> Medias en las mismas columnas con diferente superíndice difieren significativamente ( $p < 0,005$ ).

ppm: Partes por Millón.

CO: Monóxido de Carbono

NO: Monóxido de Nitrógeno

NOX: Todos los Óxidos de Nitrógeno

**Realizador por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

Los valores existentes de CO<sub>2</sub> se mide en porcentajes, en los tres primeros días no existió ningún cambio significativo, mientras que en el último día se vio una reducción considerable de dióxido de carbono. En la Eficiencia de combustión se ve los mismos efectos que en el caso del CO<sub>2</sub> en lo que se refiere a disminución de porcentajes, a medida que el combustible(leña) se sigue quemando en su totalidad. (Ver Tabla 7)

**Tabla 10-3:** *Concentración de gases en ppm*

| Día | % CO <sub>2</sub>   | % EFF               |
|-----|---------------------|---------------------|
| 1   | 4,2617 <sup>u</sup> | 82,283 <sup>w</sup> |
| 2   | 4,3392 <sup>u</sup> | 82,683 <sup>w</sup> |
| 3   | 3,9645 <sup>u</sup> | 78,136 <sup>w</sup> |
| 4   | 1,1000 <sup>v</sup> | 43,546 <sup>x</sup> |

<sup>a-f</sup> Medias en las filas con diferente superíndice, difieren significativamente (p<0,005).

<sup>u-z</sup> Medias en las mismas columnas con diferente superíndice difieren significativamente (p<0,005).

ppm: Partes por Millón.

CO<sub>2</sub>: Dióxido de Carbono

EFF: Porcentaje de Eficiencia de Combustión

**Realizador por:** Murillo Noboa, Kevin (2020)

La mayor toxicidad de CO se produce debido a que el combustible utilizado (leña), empieza su proceso de combustión, conforme transcurre el tiempo en la producción el valor sigue disminuyendo teniendo relación directa con la EFF y con los porcentajes de CO<sub>2</sub> es decir las tres medidas son directamente proporcionales.

Según la tabla de toxicidad del Monóxido de Carbono en lo que respecta a salud, manifiesta que de 400 a 700 ppm después de 4 a 5 horas empiezan dolores fuertes de cabeza , vomito, incoordinación muscular y colapso, mientras que de 700 a 1100 ppm presenta los mismos síntomas en un lapso de 3 horas , de 1100 a 1600 ppm transcurrida 3 horas se puede observar un estado de coma, de 1600 a 200 ppm hay posibilidad de muerte después de una hora mientras que de 5000 a 10000 ppm puede producirse una muerte a los 15 minutos. (Región de Murcia., 2002)

Conforme a esto podemos mencionar que el primer día de producción de ladrillos es el más peligroso para la salud humana ya que obtuvimos un promedio de 5313,7 ppm por lo que los trabajadores se encuentran expuestos a gran peligro. El segundo y tercer día baja la peligrosidad a un nivel, mientras que en el cuarto día ya no hay peligro de muerte, pero sí de afecciones pulmonares, dolores de cabeza, debilidad y vomito que son síntomas que han presentado la mayoría de ladrilleros y personas que su domicilio radica cerca de una fábrica de ladrillos.

Los altos niveles de NOx en la tabla 7 que se muestra en los días intermedios tiene que ver con la combustión de los estratos de leña que se encuentran en el horno, cada uno de los cuales posee de 4 a 5 niveles, a medida que el calor se encuentra con nuevo combustible por quemar, el valor aumenta presentando más concentraciones de NOx, y cuando el combustible ya está quemado en su totalidad las emisiones de este gas bajan.

## CONCLUSIONES

- A través del empleo de las imágenes satelitales, ortofotos y el programas ArcGIS se logró comparar el volumen de extracción de la materia prima con la que se realiza el proceso de ladrillos entre el año 2010 y 2019, dato importante para conocer la pérdida de carbono orgánico total, donde se pudo ver una extracción de suelo desmedida y descontrolada lo que ocasiona en el suelo una gran pérdida de COT que se lo puede utilizar para la agricultura siendo esta una de los pilares económicos del sector, contribuyendo a la erosión y degradación de los suelos , reduciendo la fertilidad, así provocando la pérdida de minerales y materia orgánica lo que dificulta las cosechas de cualquier producto agrícola.
- Mediante los datos obtenidos en el año 2010 y 2019 se realizó una proyección de pérdida de carbono orgánico total la cual nos da una variación anual alrededor del 8.41%, logrando ver un crecimiento acelerado al transcurrir el tiempo.
- Para el análisis de concentraciones de monóxido de carbono se realizó la medición de una ladrillera con capacidad de 18000 ladrillos, observando que la toxicidad de dicho gas llega a un promedio de 3462,9 el monitoreo se lo realizo durante los cuatro días que emite gas la ladrillera observándose que las mayores concentraciones de toxicidad se dan en el primer día.
- Al evaluar la pérdida de carbono orgánico en el cantón Chambo ocasionada por la producción de ladrillos podemos decir que existen tres lugares de afectación principal que son el Quinto, Quintus y Jesús del gran Poder donde se observa grandes extracciones de suelo a una profundidad media de 6,04 m , durante los años de estudio se realizó varias obras municipales en las que existió grandes levantamiento de suelo y que posteriormente se utilizó como materia prima para la fabricar ladrillos, teniendo una grave consecuencia en el avance de la frontera agrícola.

## RECOMENDACIONES

- Para sacar el volumen de extracción en el programa arcGIS es necesario obtener la altura de los terrenos en estudio por lo cual debemos tomar la medición de cada uno con las medidas de seguridad necesarias debido a que son parcelas con gran profundidad.
- Para la medición de concentración de monóxido de carbono se sugiere escoger una ladrillera que sea de fácil acceso y no tan alta para no tener problemas a la hora de colocar la estructura de medición con la chimenea.
- Es recomendable que al equipo de medición testo 340 se le realice la limpieza adecuada después de cada monitoreo con el uso de aire comprimido con el fin de evitar alteraciones en los resultados, además de tener las precauciones necesarias con el sensor debido a que es muy delicado.
- Realizar un seguimiento anual del volumen de extracción y de la pérdida de carbono orgánico en el cantón Chambo con el fin de comparar si las cifras tienen cambios considerables.
- Poner a disposición la siguiente investigación a las autoridades competentes para que tomen cartas en el asunto y propongan nuevas disposiciones para evitar la extracción ilegal de suelo, además se recomienda crear un departamento ambiental exclusivo para tratar los problemas relacionados a la producción de ladrillos.



## **BIBLIOGRAFÍA**

**ADMASU, M., & WUBESHET, M.** Ambient (outdoor) air pollution. Air Pollution. EPHTI. 2006, [Citado el: 20 de diciembre de 2019.] Disponible en: [https://www.cartercenter.org/resources/pdfs/health/ephti/library/lecture\\_notes/env\\_health\\_sciences\\_students/AirPollution.pdf](https://www.cartercenter.org/resources/pdfs/health/ephti/library/lecture_notes/env_health_sciences_students/AirPollution.pdf).

**BRAVO, O.** "Factores y procesos pedogenéticos que regulan el almacenamiento de carbono orgánico en suelos de la Pampa Austral. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur, (Argentina). (2013). Disponible en: <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/2313/1/Tesis%20Doctor%20en%20Agronom%C3%ADa%20Oscar%20Bravo%202013.pdf>

**BURBANO, H., & Silva, F.** El suelo y su importancia para la sociedad. *Revista de Ciencias Agrícolas*, Ciencia del Suelo, vol.33, n°2, (2016). (Colombia, Bogotá), pp 117-124.

**CARTER, M., et al.** Concepts of soil quality and their significance. *En Soil quality for crop production and ecosystem health*. Elsevier Science Publishers, vol.1, (1997), (Amsterdam, Netherlands), pp 37-45.

**CARTER, R.** Soil quality for sustainable land management: organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. *American Society of Agronomy Journal*. Vol.94, (2002), (China, Nanjing), pp 38-47.

**CONABIO-COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD.** Biodiversidad Mexicana en Ecosistemas. Procesos ecológicos. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. [En línea], 2016. (México D.F.) [Consulta: 10 de enero 2020], Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/procesose.htm>

**CORREA, J., et al.** Análisis de la fragmentación y la estructura del paisaje en bosques nativos del norte argentino. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol.16., (2012), (Argentina, Salta), pp 97-108.

**CUN.** Diccionario Médico. [blog]. Navarra. Clínica Universidad de Navarra, 2005. [Consulta: 12 de febrero 2020]. Disponible en: <https://www.cun.es/diccionario-medico>

**DE LOURDES, M., et al.** Estudio urbano-ambiental de las ladrilleras en el municipio de Juárez. Scielo. [en línea], 2004, (Mexicali), vol.5, (n°9), pp 9-34, [Consultado: 10 de enero]. ISSN 0187-6961. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/estfro/v5n9/v5n9a1.pdf>

**DORAN, J., & PARKIN, B.** *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Inc. Special Publication. Number 35 [en línea]. Madison-Wisconsin, USA: Soil Science Society of America,

1994, Consulta: [15 de enero de 2020]. Disponible en: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2136/sssaspeccpub35.c1>

**DURÁN, V.** Determinación de carboxihemoglobina al inicio y final de jornada laboral en trabajadores de estaciones de servicio-gasolineras de la zona sur-oeste de la ciudad de Cuenca. (Trabajo de Titulación) (Pregrado). Universidad de Cuenca. (Cuenca-Ecuador). 2015

**ESRI ECUADOR.** ArcGIS. *ArcGis Nuestra herramienta más potente*. [En línea] ESRI, Ecuador, 2018. [Citado el: 14 de febrero 2020], Disponible en: <https://www.esri.com.ec/publicaciones/>

**FOOD AGRICULTURE ORGANIZATIONS OF THE UNITED NATIONS.** ITPS. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. *Status of de world's soil resources (SWSR)*. (2015), (Italia). pp.79.

**GARCÍA, Y., et al.** Indicadores de a calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Scielo*, vol.35, n°2 (2012), (Cuba). pp.125-138

**GARDI, C.; et al.** Atlas de suelos de América Latina y el Caribe. *Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea*, (2014), (Luxembourg), pp.176.

**GARREAUD, R.** Cambio Climático: Bases Físicas e Impactos en Chile. *Revista Tierra*, [En línea], 2011, (Chile), n°93, pp.3-5. [Consulta:15 de enero 2020]. Disponible en: [http://dgf.uchile.cl/rene/PUBS/inia\\_RGS\\_final.pdf](http://dgf.uchile.cl/rene/PUBS/inia_RGS_final.pdf)

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN CHAMBO.** Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Chambo. [Citado el: 20 de diciembre de 2020], 2014. Recuperado de: [https://www.gobiernodechambo.gob.ec/chambo/images/PDyOT\\_-\\_PARTE\\_XXI21.pdf](https://www.gobiernodechambo.gob.ec/chambo/images/PDyOT_-_PARTE_XXI21.pdf).

**GÓMEZ, S., & CARREÑO, D.** Reconversión tecnológica en el sector productivo artesanal de hornos de ladrillo y cal para reducir la contaminación atmosférica en el valle de Sogamoso. *VirtualPro*. [En línea], 2015, (Boyacá, Colombia) (n°167) [Consulta: 11 de enero 2020]. ISSN 1900-6241. isponible en: <https://www.virtualpro.co/files-bv/20151201/20151201-027.pdf>

**GREINER, L.** Land Use Policy Soil function assessment : *review of methods for quantifying the contributions of soils to ecosystem services*. *Land Use Policy*. Vol. 69, 2017. Pp 224-237. ISSN 0264-8377. DOI 10.1016/j.landusepol.2017.06.025

**HEREDIA, G.** Evaluación de la exposición al monóxido de carbono en habitantes de la ciudad de Azogues. (Trabajo de Titulación) (Maestría). Universidad estatal de Cuenca. (Cuenca, Ecuador). 2014

**IPARRAGUIRRE, A.** Formulación de propuesta de lavado de gases de combustión en las emisiones de las chimeneas de la ciudad de Trujillo, Perú. (Trabajo de Titulación) (Posgrado) Universidad nacional de Trujillo, Escuela de Posgrados, (Trujillo-Perú). 2016. pp. 11-46

**KARLEN, D.L., et al.** Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. Soil Science Society of America Journal. [En línea], 1997, (United States), vol. 61, (nº1), pp: 4-10. [Consulta: 09 de enero 2020], ISSN 0361-5995. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/a0f7/fd8e56f86acdc596aa86364b49610deb2550.pdf>

**LARSON, W.E., & PIERCE, F.** Conservation and Enhancement of Soil Quality. In Evaluation for sustainable land management in the developing world. En Proc. of the Int. Work-shop on Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World, Chiang Rai. Int. Board of Soil Res. and Manage., Bangkok, Thailand.(1991) pp. 175-203. 15-21

**LEFÉVRE, C., et al.** *Carbono Orgánico del Suelo (Vol. 1)*. [En línea]. Roma, Italia: FAO, 2017. [Consulta: 10 de Enero 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/b-i6937s.pdf>

**LÓPEZ, A.J.** Manual de Edafología. (Trabajo de Titulación) (Licenciatura) Universidad de Sevilla, Facultad de Química, (Sevilla-España). 2006. pp: 127-143.

**LUJÁN, M., & GUZMÁN, D.** Diseño, Construcción y Evaluación de un Horno (MK3) para la Cocción de Ladrillos Artesanales. ResearchGate [En línea], 2015, (Bolivia), vol. 7 (nº2). pp. 165-193. [Consulta: 16 de enero 2020]. ISSN 1683-0768. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/317529334\\_Disenio\\_Construccion\\_y\\_Evaluacion\\_de\\_un\\_Horno\\_MK3\\_para\\_la\\_Coccion\\_de\\_Ladrillos\\_Artesanales](https://www.researchgate.net/publication/317529334_Disenio_Construccion_y_Evaluacion_de_un_Horno_MK3_para_la_Coccion_de_Ladrillos_Artesanales)

**MAJDANIK, S., et al.** Carbon monoxide as an external cause of fatality. *Annales Academiae Medicae Stetinensis*. [En línea], 2007, vol.53, (nº2), pp. 125-8. [Consulta: 17 de enero 2020]. ISSN 20143694. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20143694/>

**MALDONADO, A.** Evaluación de la exposición a la contaminación en hornos de producción de ladrillo en Boyacá. (Trabajo de Titulación) (Pregrado) Centro de Investigaciones de Ingeniería Ambiental (CIIA), Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental. (Bogotá-Colombia). 2006, pp.14-35.

**MENA, P., et al.** Los páramos del Ecuador: particularidades, de problemas y perspectivas. (Proyecto Páramo Andino). *Ecociencia*. (Quito-Ecuador).2001. pp. 23-36.

**MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA.** *Sistema de Contabilidad Nacional Ambiental - Cuenta de Emisiones al Aire*. [Blog]. Quito-Ecuador, 2014. [Consulta el 10 de febrero 2020] Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/>

**MONTANALLA, L.** “Agricultural policy govern our soils”. *Nature International weekly journal of science*. [En línea], 2015, (Italia) vol.528, pp:32-33. [Consulta: 14 enero 2020]. ISSN 7580. Disponible en: [https://www.nature.com/news/polopoly\\_fs/1.18854!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/528032a.pdf](https://www.nature.com/news/polopoly_fs/1.18854!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/528032a.pdf)

**MORALES, E.** Procedimiento de Ingreso Seguro para la Intervención en las Celdas de Secado Planta Soacha 2. (Trabajo de Titulación) Corporación Universitaria Minuto de Dios – Virtual a distancia. Facultad de Ciencias Empresariales. (Bogotá-Colombia),2016. pp. 30-38.

**NTE INEN 293.** *Ladrillos cerámicos determinación de absorción de humedad.*

**OBSERVATORIO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD.** *Ministerio del Ambiente y Desarrollo de la Nación. Suelos* [Blog]. Buenos Aires-Argentina, 2016. [Consulta: 09 de enero 2020] Disponible en: <http://obio.ambiente.gob.ar/suelos>.

**ORDÓÑEZ, J., & MASERA, O.** “Captura de carbono ante el cambio climático”. *Madera y Bosques*, ISSN 1405-0471. DOI 10.21829/myb.2001.711314. [En línea] 1992, (México) vol. 7 (nº1) pp. 5-11.

**PARR, J., et al.** *Soil quality: attributes and relationships to alternative and sustainable agriculture.* American Journal of Alternative Agriculture Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido (1992). pp. 5-11.

**PDOT CHAMBO.** GAD cantonal Chambo. *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Chambo.* [En línea] 2014. [Citado el: 08 de febrero 2020] Disponible en: [https://www.gobiernodechambo.gob.ec/chambo/images/PDyOT\\_-\\_PARTE\\_XLI41.pdf](https://www.gobiernodechambo.gob.ec/chambo/images/PDyOT_-_PARTE_XLI41.pdf)

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.** Geoinformática. *Manual de ArcGis 9.3.* [En Línea] 26 de 01 de 2012. [Citado el: 14 de enero 2020]. Disponible en:<ftp://ftp.puce.edu.ec/Facultades/CienciasExactas/Geoinformatica/MANUALES%20PARA%20LA%20OPTATIVA/MANUALES%20ARCGIS%209.3>.

**PONTIUS, R. SHUSAS, E. & MCEACHERN, M.,** Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, ISSN 01678809. (2004) DOI 10.1016/j.agee.2003.09.008.

**RAMOS, R & PALMA, D.** *TERRA latinoamerica.* [En línea], 2014, (Mexico) vol. 38 (nº3). [Consulta: 26 de junio 2019]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/573/57322303.pdf>.

**REGIÓN DE MURCIA CONSEJERÍA DE SALUD.** Monóxido de Carbono. [blog] España-Murcia, 2002. [Consulta: 16 de enero 2020]. Disponible en: <https://www.murciasalud.es/pagina.php?id=180398&idsec=1573>

**ROBERTSON, K, JARAMILLO, O., & CASTIBLANCO, M.** Guía Metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos a escala 1:100.000. (Trabajo de Titulación). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, (Bogotá-Colombia), 2013. pp 40-86.

**RODRIGUEZ, M.** Guía de buenas prácticas ambientales para ladrilleras artesanales. Perú. Ministerio de Perú, (2009), (Perú), pp 108.

**ROMIG, D., et al.** “How farmers assess soil health and quality”. Journal of Soil and Water Conservation [en línea] ,1995, (Wisconsin, Madison) vol. 50 (nº3), pp: 229-236. [Consulta: 14 de enero 2020]. Issue 3. Disponible en: <https://www.jsowconline.org/content/50/3/229>

**SÁNCHEZ, A.** Estimación de Carbono Orgánico sobre el suelo, A partir de Imágenes Satelitales Landsat 7 ETM+, en el Bosque de Ceja Andina de la comunidad Indígena Huangras-Achupallas-Chimborazo. (Trabajo de Titulación) (Pregrado). [En línea] Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Humanos, Escuela de Ingeniería Forestal. (Riobamba-Ecuador). 2016. pp. 22-34. [Consulta: 14 de enero]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4996/1/33T0156.pdf>

**SNI.** Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional ESCALA 1:25000. (Memoria Técnica) Instituto Espacial Ecuatoriano., (Ecuador-Chambo).2012. pp. 46-60. Recuperado de: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA3/NIVEL\\_DEL\\_PDOT\\_CANTONAL/CHIMBORAZO/CHAMBO/IEE/MEMORIAS\\_TECNICAS/mt\\_chambo\\_socioeconomico.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA3/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/CHIMBORAZO/CHAMBO/IEE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_chambo_socioeconomico.pdf)

**TESTO ARGENTINA.** *Testo 340* [blog], Centro Interactivo De Enseñanza Academia Testo, 2018. [Consulta 14 de Enero 2020] Disponible en: <http://www.academiatesto.com.ar/cms/centro-interactivo-de-ensenanza>

**USEROS, L.** “El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales”. *Dialnet*. Vol. 50, nº50 (2012), (España) pp 71-98.

**VELÁZQUEZ, A., & COUTURIER, S.** La evaluación de los cambios de cobertura/uso del suelo en la República Mexicana. *SciELO*, vol.21, nº1(2009), (México) pp.93-112.

**ZAPATA, M. J.** Determinación de los contaminantes en fuentes móviles producto de la combustión del parque automotor a diésel en el casco urbano de la ciudad de Latacunga, parroquia

San Buenaventura (Trabajo de Titulación) (Pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi.  
Ecuador- Latacunga. 2017. pp 38-45.

## ANEXOS

### ANEXO A. Encuesta



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**Facultad de Ciencias**

**Carrera de Ing. En Biotecnología Ambiental**



### ENCUESTA PARA LOS LADRILLEROS DEL CANTON CHAMBO

#### **A) DATOS GENERALES**

**1.La ladrillera es:**

- a) Propia
- b) Arrendada

**2.¿Cuántos años lleva produciendo ladrillo?**

- a) menos de 4
- b) de 4 a 8 años
- c) de 8 a 12 años
- d) de 12 a 15 años
- e) más de 15 años

#### **B) DATOS DE PRODUCCION**

**3.¿Cuántos ladrillos produce por cargue al horno?**

- a) menos de 12000
- b) 12001 a 15000
- c) 15001 a 18000

d) 18001 a 21000

e) más de 21000

**4.¿Cuántos cargues de ladrillo realiza al mes?**

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

**5.¿Cuál es la fuente de abastecimiento de la materia prima (suelo)?**

- a) dentro de la ladrillera
- b) fuera de la ladrillera

**6.¿Cuántas tareas de leña utiliza en un cargue de ladrillos?**

- a) menos de 6 tareas
- b) de 6 a 8 tareas

- c) 8 a 10 tareas
- d) 10 a 12 tareas
- e) más de 12 tareas

**7.¿Cuántas Volquetas de Tierra Ocupa para un cargue de ladrillo?**

- a) menos de 3
- b) 3 - 4
- c) 5 - 6
- d) 7 - 8
- e) más de 8

**8.¿Cuánto aserrín utiliza en la producción de ladrillos en carretillas?**

- a) menos de 100
- b) 140 a 160
- c) 160 a 180
- d) 180 a 200
- e) más de 200

**9.¿Utiliza cenizas en la fabricación de ladrillos?**

- a) Si
- b) casi siempre
- c) a veces
- d) casi nunca

- e) nunca

**10.¿Cuánto de ceniza utiliza aproximadamente por cargue de ladrillo?**

- a) menos de 2 carretillas
- b) 2 a 3 carretillas
- c) 4 a 5 carretillas
- d) 6 a 7 carretillas
- e) más de 7 carretillas

**C) PERCEPCIÓN DEL CONOCIMIENTO AMBIENTAL**

**14. Cuando hablamos de medio ambiente, ¿qué significa para ti?**

- a) Correlaciones entre poblaciones y ecosistema
- b) Plantas
- c) Animales
- d) El ser humano
- e) No se

**15.Cuál de las siguientes cree usted que es el mayor problema al medio ambiente en el Cantón Chambo:**

- a) Contaminación de suelo
- b) Contaminación del agua
- c) Contaminación del aire
- c) Generación de residuos
- d) Destrucción de ecosistemas frágiles

**16. ¿Cree que en el Cantón Chambo se ha priorizado el ámbito Ambiental?**

- a) Si
- b) Posiblemente si
- c) Posiblemente no
- d) No
- e) No se

**17. ¿Cree que el Cantón Chambo dispone de leyes ambientales efectivas?**

- a) Si
- b) Posiblemente si
- c) Posiblemente no
- d) No
- e) No se

**18. ¿Cree usted que las ladrilleras contaminan el aire del Cantón Chambo?**

- a) Si
- b) Posiblemente si
- c) Posiblemente no
- d) No
- e) No se

**19. ¿Cree usted que la Extracción de Tierra para la fabricación de Ladrillos afecta la fertilidad y productividad de los terrenos?**

- a) Si
- b) Posiblemente si
- c) Posiblemente no
- d) No
- e) No se

**20. ¿Cree usted que se debe implementar nuevas tecnologías y procesos para la elaboración de Ladrillos?**

- a) Si
- b) Posiblemente si
- c) Posiblemente no
- d) No
- e) No se

**21. ¿Le gustaría tener más información sobre las consecuencias de la contaminación de suelo y aire?**

- a) Si
- b) Posiblemente si
- c) Posiblemente no
- d) No
- e) No se

**22. ¿Le gustaría tener capacitaciones acerca de procesos de Producción Más limpia?**

a) Si

d) No

b) Posiblemente si

e) No se

c) Posiblemente no

Nombre: \_\_\_\_\_

Celular: \_\_\_\_\_

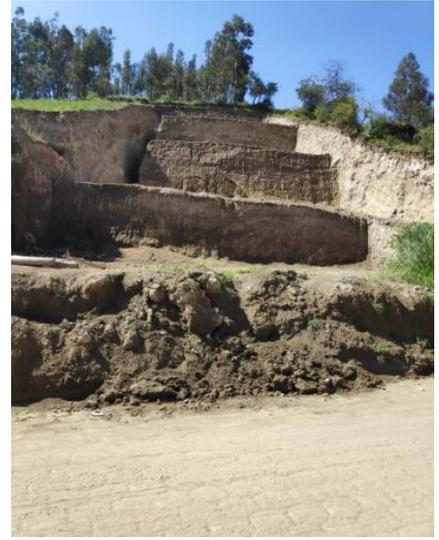
**ANEXO B. Evidencias Fotográficas**

|   |   |   |         |         |        |   |      |            |
|---|---|---|---------|---------|--------|---|------|------------|
| <p><b>A)</b></p>   | <p><b>B)</b></p>    |   |         |         |        |   |      |            |
| <p><b>C)</b></p>    | <p><b>D)</b></p>   |   |         |         |        |   |      |            |
| <p><b>E)</b></p>   | <p><b>F)</b></p>  |   |         |         |        |   |      |            |
| <p><b>NOTAS:</b></p> <p>A)Medición durante el primer día.<br/>         B)Medición durante el segundo día.<br/>         C)Medición durante el tercer día.<br/>         D)Medición durante el cuarto día.<br/>         E)Medidor de Gases. Testo 340<br/>         F)Emisión de Gas por la Chimenea.</p> | <p>TRABAJO DE TITULACIÓN</p> <p>TIPO:<br/>         PROYECTO DE INVESTIGACION</p>                      | <p>ESPOCH</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE CUENCIAS QUIMICAS</p> <p>ING. EN BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL</p> <table border="1" data-bbox="995 1877 1506 2004"> <tbody> <tr> <td>LAMINA:</td> <td>ESCALA:</td> <td>FECHA:</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1:10</td> <td>03-02-2020</td> </tr> </tbody> </table> | LAMINA: | ESCALA: | FECHA: | 1 | 1:10 | 03-02-2020 |
| LAMINA:   | ESCALA:   | FECHA:  |         |         |        |   |      |            |
| 1   | 1:10  | 03-02-2020  |         |         |        |   |      |            |

**A)**



**B)**



**C)**



**D)**



**NOTAS:**

A)Fuente de abastecimiento de materia prima.

B)Consecuencias de la extracción de Materia Prima.

C)Encuestas a los Ladrilleros.

D)Personal del sector para ayuda en la medición.

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACION

**ESPOCH**

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CUENCIAS QUIMICAS

ING. EN BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL

**LAMINA:**

2

**ESCALA:**

1:10

**FECHA:**

03-02-2020

