



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”

ESCUELA DE POSTGRADO



MAESTRÍA EN CIENCIAS

**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL
MATERIAL MACRO PARTICULADO GENERADO EN LA
PRODUCCIÓN DE LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA EN
EL SECTOR CHACUPE ALTO CARRETERA CHICLAYO A
MONSEFÚ**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
CIENCIAS CON MENCIÓN INGENIERÍA AMBIENTAL**

AUTOR

Bach. WALTER VALDERA SÁNCHEZ

ASESOR

M.Sc. WILSON RODRIGUEZ LA BARRERA

LAMBAYEQUE - PERÚ

2018

**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL
MATERIAL MACRO PARTICULADO GENERADO EN LA
PRODUCCIÓN DE LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA EN EL
SECTOR CHACUPE ALTO CARRETERA CHICLAYO A MONSEFÚ**

PRESENTADO POR:

Bach. WALTER VALDERA SÁNCHEZ
AUTOR

M.Sc WILSON RODRIGUEZ LA BARRERA
ASESOR

APROBADO POR:

Dr. MANUEL MILLONES CHUMAN
PRESIDENTE

Dr. OSCAR SAAVEDRA TAFUR
SECRETARIO

M.Sc. JAIME SOTERO SOLIS
VOCAL

Lambayeque, Mayo de 2018.

DEDICATORIA

A Dios, por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A nuestros padres, por ser el pilar fundamental en todo lo que somos, en toda nuestra educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Walter.

AGRADECIMIENTO

A los propietarios y trabajadores de la ladrillera, por su aporte y a mi asesor M.Sc. Wilson Rodríguez La Barrera, por su acertada orientación en la realización de la presente investigación.

Walter.

RESUMEN

El aire es un elemento natural que tiene mucha importancia en el desarrollo de la vida humana y en la gestión del ambiente; la ladrillera como tal es una empresa industrial que en el contexto actual tiene auge en el desarrollo de la economía debido a que el sector construcción genera alta demanda; sin embargo, impacta en la calidad del aire por el material particulado que produce. Para el estudio se tomó como unidad de análisis la ladrillera ITAL PERU SAC, CHACUPE ALTO, de Chiclayo - Monsefú, Lambayeque. En la investigación se utilizó estación Meteorológica Vantage PRO 2 PLUS, analizador de Gases; muestreador de Material Particulado MP₁₀ µm; y MP_{2,5} µm, las mediciones fueron realizadas en los meses de 2015 (M1), Noviembre de 2016 (M2) y 06 de Noviembre de 2017 (M3) en el caso de material particulado se hizo un cuarto monitoreo (M4) al variar la posición del muestreado de material particulado MP_{2,5} el día 07 de noviembre de 2017. El área de estudio se definió en función de la dirección del viento y cerca de la chimenea de evacuación de gases y otros metabolitos del proceso de quema del ladrillo. Los resultados dan cuenta que el material particulado excede a los límites máximos permisibles durante 24 horas y se debe a los procesos de intervención en la ladrillera. Se infiere que la salud humana será afectada siendo necesario implementar planes, programas y proyectos que contribuyan con la mitigación ambiental.

Palabras clave: Material particulado; calidad del aire; gases tóxicos.

ABSTRACT

Air is a natural element that is very important in the development of human life and in the management of the environment; the brick as such is an industrial company that in the current context has a boom in the development of the economy because the construction sector generates high demand; however, it impacts the quality of the air by the particulate material it produces. For the study, the ITAL PERU SAC, CHACUPE ALTO brick factory in Chiclayo - Monsefú, Lambayeque was taken as the unit of analysis. In the research, Vantage PRO 2 PLUS Meteorological Station, Gas Analyzer was used; particulate material sampler MP10 μm ; and MP2,5 μm , the measurements were made in the months of 2015 (M1), November of 2016 (M2) and November 06 of 2017 (M3) in the case of particulate material a fourth monitoring (M4) was made by varying the sampling position of particulate material MP2.5 on November 07, 2017. The study area was defined according to the direction of the wind and near the chimney for evacuating gases and other metabolites from the brick burning process. The results show that the particulate material exceeds the maximum permissible limits for 24 hours and is due to the intervention processes in the brickyard. It is inferred that human health will be affected, and it is necessary to implement plans, programs and projects that contribute to environmental mitigation.

Keywords: particulate material; air quality; toxic gases.

INDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INDICE	vii
ÍNDICE DE FIGURA.....	ix
ÍNDICE DE IMAGEN	xi
ÍNDICE DE TABLA	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	7
ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	7
1.1. Ubicación.	7
1.1.1. Ubicación del problema motivo de investigación.	7
1.2. Surgimiento del problema.	9
1.2.1. Espacios de gestión ambiental en el mundo, perspectiva legal.....	10
1.2.2. Análisis de la calidad del aire desde la sustentabilidad ambiental.....	13
1.3. Características	16
1.4. Metodología	18
CAPÍTULO II	26
MARCO TEÓRICO.....	26
2.1. Antecedentes de estudio.....	26
2.2. Fundamento teórico.	28
2.2.1. Fundamentos de la contaminación de material particulado generado por producción de ladrillo.	28
2.2.2. Fundamentos de la calidad del aire.....	32

2.2.2.1. Atmósfera	32
2.2.2.2. Contaminación Ambiental	34
2.2.2.3. Calidad del Aire	37
2.2.2.4. Proceso de Combustión.....	37
2.2.2.5. Tecnologías Limpias	38
2.2.2.6. Efectos de la Contaminación sobre la Salud Humana	39
2.2.2.7. Evaluación Ambiental	40
CAPÍTULO III.	42
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.1. Resultados empíricos de la investigación	42
3.1.1. Resultados del proceso de producción de ladrillos.....	42
3.1.2. Resultados del material particulado.....	49
3.1.3. Resultados de la calidad del aire.....	52
3.1.3.1. Resultados de las variables climáticas.	52
3.1.3.2. Resultados de los gases tóxicos, impactos en la calidad del aire.....	56
3.2. Propuesta teórica.....	63
3.2.1. Propuesta de mitigación de impactos para el proceso de fabricación de ladrillos.	63
3.2.2. Propuesta de mitigación de impactos para el material particulado.	64
3.2.3. Propuesta de mitigación de impactos para mejorar la calidad del aire.	64
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXOS	72

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1.- Emisiones por fuentes fijas puntuales – Chiclayo	8
Figura 2.- Variacion de la concentracion del MP2.5 en zona cercana a la planta de produccion de ladrillos de Chacupe Alto, Monsefú.	50
Figura 3.- Variación de la concentración del MP10 en zona cercana a la Planta de producción de ladrillos de Chacupe Alto, Monsefú.....	51
Figura 4.- Variación de la Temperatura Externa.....	52
Figura 5.- Variación de la Humedad Relativa	52
Figura 6.- Variación del Punto de Rocío.....	53
Figura 7.- Variación de Velocidad de Viento.	53
Figura 8.- Variación de la Rosa de los Vientos.....	54
Figura 9.- Variación de la Radiación Solar.	55
Figura 10.- Variación de la Radiación Ultra Violeta.	55
Figura 11.- Variacion de la concentracion del Monoxido de Carbono en zona cercana a la Planta de produccion de ladrillos de Chacupe Alto, Monsefú.....	57
Figura 12.- Variación de la concentración del Dioxido e Azufre en zona cercana a la Planta de producción de ladrillos de Chacupe Alto, Monsefú.....	59
Figura 13.- Variación de la concentración del Dióxido de Azufre en zona cercana a la Planta de producción de ladrillos de Chacupe Alto, Monsefú.	60
Figura 1.-Variación de la concentración del Dióxido de Nitrógeno en zona cercana a la Planta de producción de ladrillos de Chacupe Alto, Monsefú	61

Figura 2.-Variación de la concentración de Ozono en zona cercana a la
Planta de producción de ladrillos de Chacupe Alto, Monsefú..... 62

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen 1.- Ubicación de la zona de estudio en la parte externa de la planta de ITAL PERU SAC, CHACUPE ALTO Carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque	9
Imagen 2.- Estructura de la atmósfera	33
Imagen 3.- Coordenadas de ubicación de equipos de monitoreo de clima, gases tóxicos en el aire, Muestreador de Material Particulado MP10 (Hi Vol) y MP2,5 (Micro Vol) en la parte externa de la planta de ITAL PERU SAC, Chacupe Alto Carretera Chiclayo - Monsefú, La.....	72
Imagen 4.- Coordenadas de ubicación de equipos de monitoreo de clima, gases tóxicos en el aire, Muestreador de Material Particulado MP10 (Hi Vol) y MP2,5 (Micro Vol) en la parte externa de la planta de ITAL PERU SAC, Chacupe Alto Carretera Chiclayo - Monsefú.....	72

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1.- Distribución de los productores ladrilleros en el departamento de Lambayeque	19
Tabla 2.- Evaluación del Material particulado generado por producción de ladrillo artesanal	20
Tabla 3.- Evaluación del Material particulado generado por producción de ladrillo artesanal	21
Tabla 4.- Características de la Calidad del aire	22
Tabla 5.- Ubicación de puntos de monitoreo según coordenadas UTM WGS84 -17M.....	23
Tabla 6.- Variables de Medición	24
Tabla 7.- Estándares de calidad ambiental para aire	25
Tabla 8.- Producción diaria de ladrillo en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.	42
Tabla 9.- Extracción de arcilla y tierra para la producción de ladrillo artesanal en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.	42
Tabla 10.- Proceso de fabricación: Mezclado en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.....	43
Tabla 11.- Proceso de fabricación: Modelado en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.....	44
Tabla 12.- Proceso de fabricación: Secado en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.....	45
Tabla 13.- Proceso de fabricación: Cocción en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.....	46

Tabla 14.- Proceso de fabricación: Enfriamiento en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.....	47
Tabla 15.- Proceso de fabricación: Estandarización en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.....	48
Tabla 16.- Resultados de la evaluación del material particulado MP2.5 en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.	49
Tabla 17.- Resultados de la evaluación del material particulado MP10 en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.	50
Tabla 18.- Código, riesgo y color de la radiación UV	56
Tabla 19.- Resultados de la concentración de Monóxido de Carbono en el ámbito de la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.	56
Tabla 20.- Resultados de la concentración de Sulfuro de Hidrógeno en el ámbito de la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.	58
Tabla 21.- Resultados de la concentración de Dióxido de Azufre en el ámbito de la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.	59
Tabla 22.- Resultados de la concentración de Dióxido de Nitrógeno en el ámbito de la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.....	60
Tabla 13.- Resultados de la variación de la concentración de Ozono en el ámbito de la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, ambayeque.....	62

INTRODUCCIÓN

Porter & McGahan (1997) comprobaron que la rentabilidad de las empresas depende en casi 48% del esfuerzo individual que estas hacen para diseñar e implementar buenas estrategias competitivas, en un 18% del sector industrial donde se ubican y en un 30% del negocio o nicho específico en que compiten. Es así como la productividad de las empresas, depende no solo de sus estrategias sino del sector industrial donde deciden competir. Es decir, que la estructura de la industria será un predictor de la rentabilidad futura que la empresa obtenga, y esto dependerá de si hay muchos o pocos competidores avivando la intensidad competitiva, de cómo sea el poder de negociación de los proveedores y clientes o de la existencia de amenazas de sustitutos o nuevos entrantes. Lo cierto es que las empresas reaccionan a todo esto obteniendo o generando recursos y capacidades que las lleven a mitigar estas fuerzas de la competencia o colocarlas a su favor. Así habrá subsectores económicos más competitivos que otros, es decir, donde la productividad sea más alta.

Sin embargo, eso no es suficiente, esta investigación se desarrolló en una empresa dedicada a la producción artesanal de ladrillo, en una zona ubicada en el lado izquierdo de la carretera Chiclayo - Monsefú en las coordenadas UTM 17M 626 732 m E; 9 2466 27 S y 22 msnm. En el medio este tipo de empresas a pesar de los embates a los cuales están sometidos por el proceso que implica producir el ladrillo, son vulnerables frente a las ladrilleras industriales; se pone en cuestión calidad del producto debido a que no cuentan con los estándares mínimos para efectos constructivos; sin embargo, ese no es el interés en este estudio, el propósito de la investigación es evaluar el impacto ambiental que genera por el material particulado que exponen mientras realizan la etapa de operación.

Es evidente la existencia de regulaciones ambientales dentro de los diferentes sectores pueden hacer que se desarrollen nuevas capacidades y se utilicen de forma más eficiente los recursos organizacionales, esto debido a que se generan nuevos métodos de producción que tienden a ser innovadores y por consiguiente se ven reflejados en mayores niveles de competitividad, que se puede expresar en términos de Ecoeficiencia; es decir, una mejor calidad ambiental (uso de los

recursos naturales, reciclaje de insumos y materiales adecuados), en una distribución eficiente de los recursos en el mercado, rendimientos financieros, minimización de riesgos financieros por la vía de reducción de riesgos ambientales, menores costos de capital y mejores controles de calidad, en el marco ambiental (Puig - Ventosa, Freiré-González, Almazor (2007). Este planteamiento es interesante, en el ámbito de la ladrillera en estudio, no realiza ningún tipo de actividad que dedique a la protección ambiental, generan residuos sólidos, impactan en el uso de agua del sub suelo, realizan excavaciones a nivel de solum y subsolum, entre otros. Como empresa la planta ladrillera ITAL PERU SAC, CHACUPE ALTO, de Chiclayo - Monsefú, Lambayeque, no se realizan ningún tipo de actividad que contribuya con el tema ambiental, todo por el contrario, impactan de manera negativa en la salud de las personas que viven cerca de la zona y de manera amplia el ecosistema.

El comportamiento ambiental al interior de las organizaciones con respecto al manejo ambiental no es generalizado ni siquiera en países desarrollados. En el caso de la comunidad europea, algunas empresas asumen que la responsabilidad ambiental puede ser incorporada en la estrategia empresarial al ser comprobado la viabilidad técnico-económica y de mercadeo, es decir, el cambio en el comportamiento empresarial con respecto al manejo ambiental, tiene como factores determinantes asociados al logro a limitaciones de recursos financieros, humanos, tecnológicos y organizacionales (Taylor, 1993)

En el caso de la ladrillera en estudio ITAL PERU SAC, CHACUPE ALTO Carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque; saben que generan daño ambiental al momento de fabricar los ladrillos utilizan suelos con alta contenido de sales, impactando en la construcción, queman el ladrillo utilizando llantas, pajilla de arroz, leña deteriorando la flora y fauna y generando alta contaminación con monóxido de carbono; al respecto Tejedor y Mena (2016, 157) manifiesta “en el presente siglo, diversos estudios han puesto en manifiesto, que la intoxicación por monóxido de carbono (CO) es la primera causa de muerte accidental en la sociedad actual, la cual podría ser considerada como potencialmente letal”

Las fuentes de contaminación se presentan en los diversos sectores productivos (muchos de ellos extractivos) y de servicios, que debido a la quema de combustibles fósiles, principalmente diésel y petróleo residual, afectan la calidad del aire urbano y rural. Un caso importante de contaminación, en el sector productivo, es la producción artesanal de ladrillo cuyo volumen de producción ha aumentado en los últimos años. Contrariamente, en los sectores que tienen mayores niveles de recursos y capacidades, en términos ambientales, pueden impactar por medio de la generación de redes de cooperación y de financiamiento, tanto de tipo sectorial, regional o inclusive global, logrando el desarrollo sostenible que es competencia de todos los actores sociales y al mismo tiempo fortaleciendo la capacidad técnica y política que le permita adaptarse a las nuevas exigencias sociales en términos ambientales. Rodríguez (2001). De igual forma, el tamaño del área, el número y el nivel de formación de los empleados vinculados a la gestión ambiental, denotan los esfuerzos e inversiones en términos de recursos y capacidades para hacer frente a los retos y las limitaciones de las capacidades institucionales en este campo. Esto demuestra como la competitividad se puede lograr por medio del desarrollo de recursos y capacidades, especialmente de tipo humano capacitado en términos ambientales, que permite la creación de un diferencial en el mercado.

En la ladrillera en estudio existe alta contaminación de uno de los recursos vitales: El aire; ésta se genera por la introducción de sustancias en la atmósfera que causan un desequilibrio en su composición original. Estos contaminantes pueden ser gases, material particulado, olores y humos que en grandes cantidades dañan la salud de las personas, animal, plantas y la infraestructura urbana.

En la provincia de Chiclayo existen 85 empresas que fabrican ladrillo de arcilla, distribuidos en los distritos de Chiclayo, Monsefú y José Leonardo Ortiz, que en su proceso productivo utilizan carbón de piedra, petróleo, entre otros productos para la quema del ladrillo; muchos de ellos no han implementado sistemas de filtros para las chimeneas existentes. Esta situación problemática, de generación de contaminantes atmosféricos en la provincia de Chiclayo, se puede resolver eficientemente mediante la adopción de medidas preventivas y correctivas diseñadas a partir de la evaluación ambiental de los hornos de producción de

ladrillo artesanal; sin embargo, la informalidad del sector contribuye a agudizar el problema ambiental, empresarial y social en los distritos de José Leonardo Ortiz, Monsefú y las ciudades de Chiclayo y Lambayeque.

Es así que la investigación planteó como **problema** ¿Cuáles son los niveles de contaminación del material particulado generado en la producción de ladrillo artesanal de arcilla sobre la calidad del aire en Chacupe Alto, carretera Chiclayo a Monsefú?. Dada la contaminación del aire con algunos de las propiedades fisicoquímicas de esta sustancia, permiten definir al CO como un gas inodoro, incoloro, insípido, no irritante, inflamable y potencialmente explosivo, que en ocasiones se comporta como un compuesto relativamente inerte, por lo que necesita la interacción con algunos contaminantes como el ozono y oxígeno para aumentar su letalidad Guzmán (2012); pero en realidad, se difunde con gran rapidez en el medio ambiente y en el organismo se une con el grupo hemo de moléculas de hemoglobina al interior de los glóbulos rojos, para formar compuestos de carboxihemoglobina, desplazando al oxígeno y evitando su transporte hasta las células del organismo, haciendo que una persona muera por hipoxia (Hampson (2016) . En algunos casos, en el metabolismo de proteínas como hemoglobina, citocromos, catalasas, mioglobina y peroxidasas se produce fisiológicamente hasta 10 ml de CO en un día; no obstante, la fuente primaria de CO, ocurre a partir de fuentes exógenas (Sandilands & Bateman, 2016). En la mayoría de los casos, el CO es el producto de la combustión incompleta de hidrocarburos como la gasolina durante el funcionamiento de motores de vehículos, puede producirse a partir de incendios de bosques, hace parte de las emisiones de los volcanes durante sus erupciones (Romero et al., 2006). Por consiguiente, la exposición a este toxico es de mayor preocupación desde el punto de vista accidental, doméstico y ocupacional; aunque la predominación, sigue presentándose en ambientes relacionados con calefacción defectuosos y los gases emitidos por los automóviles.

De allí el **objeto de la investigación**, se centró en la calidad del aire en Chapuce Alto, carretera Chiclayo a Monsefú; determinando el **campo de acción**: Impactos en la calidad del aire generado por material particulado en ladrillera artesanal en Chacupe Alto, carretera Chiclayo a Monsefú.

El **objetivo** de la investigación fue: Evaluar los niveles de contaminación del material particulado generado en la producción de ladrillo artesanal de arcilla sobre la calidad del aire en Chacupe Alto, carretera Chiclayo a Monsefú; para tal fin se planteó los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar los procesos que se implementan desde la materia arcilla y tierra, mezclado, moldeado, secado, cocción, enfriamiento, clasificación y despacho en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.
- Medir la concentración de material particulado $MP_{2.5}$ Y MP_{10} en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.
- Identificar la calidad del aire, asociado a las variables climáticas en el ámbito de la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.
- Identificar los gases tóxicos que emana la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

La hipótesis quedó definida de la siguiente manera: Existe baja calidad del aire por efectos de alta contaminación de los gases que emite el material particulado generado en la producción de ladrillo artesanal de arcilla en la ladrillera ITAL PERÚ SAC, Chacupe Alto, carretera Chiclayo a Monsefú, Lambayeque”. Esta hipótesis tomo como base los aportes teóricos y además la base empírica donde en mapeo de calidad del ambiental y concretamente del aire, en el Perú, al aplicarse el Decreto Supremo 074-2001-PCM se identificaron trece ciudades de atención prioritaria debido a problemas de contaminación del aire, en atención al número de habitantes (mayor a 250 000) y la presencia de alguna fuente industrial importante (CEPLAN, 2011). Las ciudades identificadas fueron: Arequipa, Cerro de Pasco, **Chiclayo**, Chimbote, Cusco, Huancayo, Ilo, Iquitos, La Oroya, Lima-Callao, Pisco, Piura y Trujillo. Posteriormente se desarrolló el Programa Regional de Aire Limpio durante los años 2004, 2005 y 2006 consistente en la adopción e implementación de medidas técnicas para el Monitoreo de la calidad del aire en

Arequipa, Cusco, Trujillo y Chiclayo, resultados que confirman el incremento de la contaminación ambiental del aire (PRAL, 2006).

Se utilizó metodología cuantitativa y cualitativa; la cuantitativa para realizar el registro de datos del comportamiento ambiental en la zona de muestreo de ámbito de la ladrillera y cualitativo, al interactuar con el personal de la ladrillera sobre cómo se generan los impactos en el proceso y producción de ladrillos.

Por otro lado la tesis; desarrolló teniendo en cuenta los propuestos por la Escuela de Post Grado – UNPRG; el cual contiene la parte protocolar (carátula, hoja de firmas – dedicatoria – agradecimiento – resumen – abstract - índice), posteriormente se escribe la introducción que contiene la problemática general y básicamente el problema, objeto, campo de acción, objetivos y la hipótesis. Posteriormente se presenta los capítulos: el primero, dedicado a analizar el objeto de estudio (ubicación, surgimiento, características y metodología); el segundo capítulo, abarca el fundamento teórico y en el tercer capítulo, se presenta los resultados de la investigación, conteniendo las tablas estadísticas y la propuesta teórica. Finalmente se organiza las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

El autor.

CAPÍTULO I

ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Ubicación.

1.1.1. Ubicación del problema motivo de investigación.

La tesis “Evaluación de los niveles de contaminación del material macro particulado generado en la producción de ladrillo artesanal de arcilla en el sector Chacupe Alto carretera Chiclayo a Monsefú”, toma como centro de investigación el problema de la calidad del aire que tiene impactos directos en la salud humana. Son muchas las industrias. Según el Centro Nacional de Planeamiento Estratégico [CEPLAN], (2011), indica “La contaminación del aire es uno de los mayores problemas ambientales en el Perú, su principal fuente son las emisiones vehiculares, pero también existen casos concretos de contaminación por emisiones industriales”. En las últimas décadas el crecimiento económico y poblacional en todo el Perú ha contribuido al crecimiento del sector de la construcción, y con él se ha desarrollado la industria de producción de ladrillo maquinado y artesanal en todo el país.

La gestión ambiental y el impulso al desarrollo sostenible son cada vez más rutinarios en los últimos años, la conciencia colectiva ha ido en aumento con respecto a los problemas potenciales que genera el crecimiento de la industria de la construcción en el deterioro del medio ambiente. En términos generales, la construcción no es una actividad amigable con el medio ambiente, ya que genera efectos sobre la tierra, agotamiento de recursos naturales, generación de residuos y diversas formas de contaminación como son las emisiones antropogénicas de CO₂, Hill y Bowen (1997). Cerca del 85% de estas emisiones provienen de la fabricación del ladrillo y del cemento, Worrell y Price (2000). Debido a la importancia del cemento en la industria de la construcción, muchos estudios se han ocupado de sus perspectivas

futuras: Mejoras en el horno del cemento, el uso de combustibles alternativos y adiciones minerales, entre otros, que permitirán a la industria del cemento reducir las emisiones de CO₂. Este panorama directamente ligeramente ocurre en las ladrilleras industriales, pero en las ladrilleras artesanales es todo lo contrario, no se hace nada por mitigar el tema de contaminación que realizan puntualmente a la calidad del aire. Por otro lado, existen desechos que no tienen todavía aplicación como adición mineral al proceso del ladrillo o de los cementos y que originan un problema muy serio de disposición, sobre todo para las ciudades.

En las últimas décadas el crecimiento económico y poblacional en todo el Perú ha contribuido al crecimiento del sector de la construcción, y con él se ha desarrollado la industria de producción de ladrillo maquinado y artesanal en todo el país. Los contaminantes mayormente emitidos por las fuentes fijas puntuales son SO₂, NO_x, y Partículas Totales Suspendidas (PTS); si bien es cierto que, las fuentes puntuales comparadas con las fuentes fijas de área son de menor cantidad, la emisión de contaminantes producidos por éstas es de considerable magnitud, (figura adjunta), siendo las ladrilleras unidades de producción que emiten PTS y PM₁₀, con mayor incidencia [GESTA], (2006)

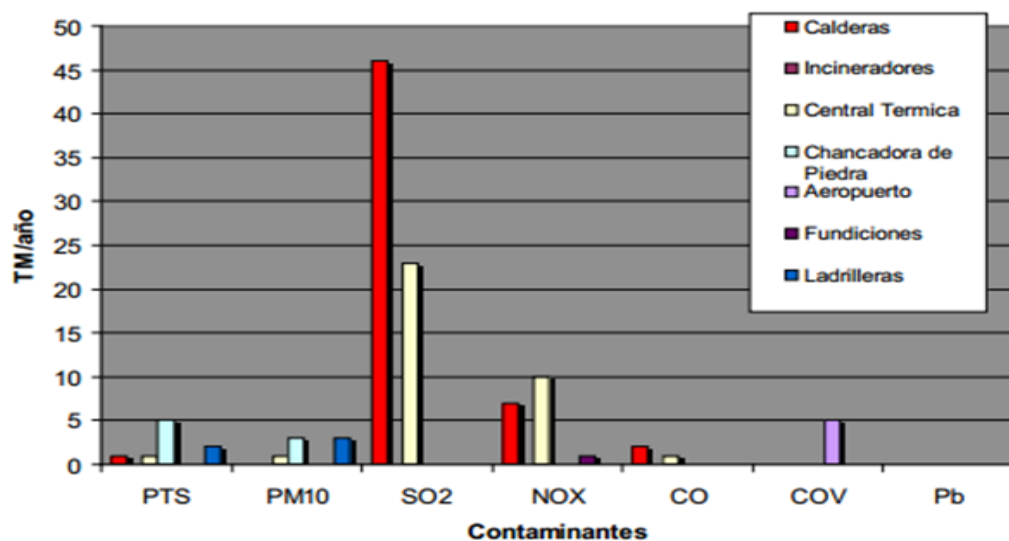


Figura 3.- Emisiones por fuentes fijas puntuales – Chiclayo

1.1.2. Ubicación del espacio físico de la ladrillera.

El ámbito de físico de la investigación, está ubicada en el lado izquierdo de la carretera Chiclayo - Monsefú en las coordenadas UTM 17M 626 732 m E; 9 2466 27 S y 22 msnm.



Imagen 1. Ubicación de la zona de estudio en la parte externa de la planta de ITAL PERU SAC, CHACUPE ALTO Carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque

Fuente: Google Earth (2017)

1.2. Surgimiento del problema

Se ha realizado el análisis tomando dos ejes: la calidad del aire desde las implicancias de la gestión ambiental poniendo como caso la situación del Perú y la experiencia de Ecuador; en otro momento se analiza teniendo en cuenta las actividades económicas en estrecha relación con la sustentabilidad.

1.2.1. Espacios de gestión ambiental en el mundo, perspectiva legal.

Uno de los objetivos planteados en la reunión de los países miembro de las Naciones Unidas en el año 2000 [ONU], (2014) fue: “Garantizar el sustento del medio ambiente”. La protección del medio ambiente es una cuestión básica para la sobrevivencia de la especie humana, si no se genera una cultura y educación ambiental será tardía la respuesta o casi nula las políticas que se puedan implementar buscando su protección. El hombre no asume su responsabilidad de manera integral debido a que no se trabaja de manera coordinada; en el Perú existen las instituciones y las normas claras, el problema es que las instituciones y la gente misma no las quiere cumplir, falta entender que debemos proteger toda forma de vida en la tierra. Las políticas públicas en el Perú, están diseñadas o influenciadas por el modelo económico que se implementa, de corte capitalista – neoliberal que en búsqueda del crecimiento económico posterga el desarrollo no importando los impactos que se generen; el impacto de la construcción en los últimos diez años ha hecho que se desarrolle el ámbito empresarial constructor demandando para tal situación de distintos materiales, dentro de ellos el ladrillo. En el ámbito nacional, incluido el Lambayecano existen dos grupos bien marcados, los que demanda ladrillo industrial y los que demandan ladrillo artesanal, este último es de mucho uso y es utilizado para todo tipo de tabiquería en la construcción de viviendas mayormente unifamiliares, resultando este rubro interesante en términos de mercado debido a que genera espacios de negocio.

El problema está en lo que ocurre al interno de las empresas ladrilleras dedicadas a la elaboración de insumos de arcilla; contaminan agua, suelo y básicamente aire, por lo que corresponde a todos, realizar acciones ambientales conjuntas para detener la contaminación y prevenir efectos destructivos colaterales.

La relación hombre - medio ambiente, a través de la norma jurídica, es un paradigma a seguir Carranza (2001), donde la dialéctica del proceso

de construcción del conocimiento supera la función sincrónica del significado y las metodologías descontextualizadas; debe existir un equilibrio entre el ambiente y la acción interventiva del hombre, el hombre está alterando el medio ambiente, sus prácticas no toman como eje evitar contaminarlo, los intereses personales y no colectivos hacen que no se trascienda hacia una gestión eficiente; entre el hombre y medio ambiente se necesita de una cultura ecologista de conservación y una normativa coherente por tratarse de dos elementos de un mismo conjunto, donde el exceso de uso de uno, puede alterar el equilibrio que sustenta el desarrollo del otro.

Las políticas de protección ambiental es fundamental, en nuestro país existen pero no se socializan, falta que los ejes de desarrollo central sean tomados en cuenta y sobre todo gestionados, desde las universidades, las instituciones educativas de formación básica, la sociedad civil si se quiere evitar el riesgo de seguir el mismo «camino de la sostenibilidad como concepto» (Martínez, 2008)

Es hora de nuevas posiciones y definiciones conceptuales, doctrinales, legales y constitucionales que sean compatibles a los intereses difusos, capaces de atenuar la tensión hombre-naturaleza (Márquez, 2007). La historia en torno a esta relación no ha sido tan benigna ni conciliadora, pues han prevalecido los intereses de las personas y el desarrollo económico a los bienes de la naturaleza, considerada únicamente como un medio utilitarista para satisfacer las necesidades de las personas. La irresponsabilidad de atentar contra los bienes jurídicos protegidos por el Estado debe tener un límite, pues al ritmo que vamos, aun cuando los derechos de la naturaleza estén en la categoría de los Derechos Humanos y sujetos a tutela judicial, en corto y mediano plazo será irreversible reparar el daño causado. La crisis ambiental en el mundo no puede ser combatida, sino con una legislación constitucional adecuada que proteja sus derechos. Rodríguez (2006)

Similares situaciones a las descritas en el contexto peruano y en el caso particular de los impactos que actividad humana genera a la calidad del aire (motivo de la investigación) ocurre en Ecuador; no está exento de responsabilidad en este problema. La contaminación del medio ambiente es indetenible en unas ciudades más que otras; pues la gestión administrativa de las entidades de derecho público encargadas de brindar servicios a la población no priorizan su cuidado aduciendo falta de recursos económicos y desatención del Gobierno Central, cuando todo es posible si se ordenan las prioridades y ejecutan proyectos de inversión rentables, capaces de generar ingresos en beneficio de la entidad y la ciudad. La ciudad de Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador, con una población de 150.827 habitantes se halla en una situación igual o peor a otras que poco o nada hacen por detener los niveles de contaminación ambiental ni las personas ejercen acciones legales para exigir su reparación o la aplicación de sanciones. En sí, la falta de liderazgo y capacidad de gestión de sus autoridades contrasta con los intereses y aspiraciones de un pueblo que merece mejor suerte.

Fuentes, Díaz y Bayas (2017) indica “La legislación ambiental analizada, no es uniforme respecto a la tutela efectiva de los derechos del medio ambiente ni supera la visión utilitarista, pues los niveles de contaminación siguen en aumento y en la sociedad no se advierte un tipo de cultura ecológica y conservacionista que avizore un cambio de actitud frente al problema”. Si el crecimiento demográfico y el desarrollo económico tornan complicado la definición de políticas públicas que fortalezcan la relación hombre medio ambiente y la aplicación de una regulación jurídica conciliadora, es hora de consensuar que la cuestión ambiental exige de acciones concertadas y proactivas de todos, a efecto de establecer en el derecho nacional e internacional la tutela jurídica de sus derechos, toda vez que los daños ambientales provocados en un lugar, repercuten igual o peor en otro, dependiendo de su capacidad de reacción; por lo que, una opción válida es contar

con una normativa que sancione a quienes vulneren sus derechos. En ese sentido, la legislación constitucional en materia ambiental, no puede ser un eufemismo dogmático ni un slogan político, sino un instrumento legal idóneo que garantice el desenvolvimiento ordenado de la sociedad, la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

1.2.2. Análisis de la calidad del aire desde la sustentabilidad ambiental.

En 1987 la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas (Comisión Brundtland) emitió su informe definiendo por primera vez el concepto de desarrollo sostenible como el proceso en donde asegura la satisfacción de las necesidades humanas presentes sin que se ponga en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades y que, por ende, involucra la utilización de recursos. Agreguemos que el desarrollo sostenible es el proceso de cambio en el que la utilización de recursos, la dirección de las inversiones y la orientación de los cambios tecnológicos e institucionales acrecientan el potencial actual y futuro para atender las necesidades y aspiraciones humanas. El concepto de desarrollo sostenible contiene por tanto dos conceptos claves: 1. “El concepto de necesidades, en particular las necesidades esenciales de los pobres del mundo a la atención de las cuales debe asignarse la prioridad requerida; y, 2. La idea de las limitaciones impuestas por el estado de la tecnología y de la organización social sobre las capacidades del ambiente para satisfacer las presentes y futuras necesidades.”

Bajo esa concepción se analiza el problema de la calidad del aire que generan las ladrilleras a través del material particulado y que directamente afectan la salud humana. Un eje de la sustentabilidad lo constituye el componente Ecológico, debido a que tiende a preservar los procesos ecológicos que posibiliten la capacidad de renovación de

plantas, animales, suelos y aguas; en este punto en la ladrillera ITAL PERÚ SAC, Chacupe Alto, carretera Chiclayo a Monsefú, Lambayeque está impactado dos aspectos centrales: suelo y agua, el suelo que es utilizado por la fábrica de ladrillos de manera descontrolada, han destruido toda la capa arable, en el área de influencia, también se dedican a comprar grandes cantidades de tierra con la finalidad de desarrollar dicha actividad, destruyendo no sólo el área de influencia, sino que de lugares aledaños.; por otro lado desde la sustentabilidad se busca “mantener la diversidad biológica animal y vegetal”, esta actividad también es afectada, no permitiendo mantener los recursos biológicos en un estado que permita su capacidad de regeneración.

Otras experiencias hacen ver que si es posible intervenir de manera positiva; Lin & Weng (2001) estudiaron la fabricación de ladrillos usando como materias primas arcilla y cenizas de lodo de agua residual. Demostraron que la incorporación de la ceniza en la mezcla disminuye el índice de plasticidad y la contracción por secado de los elementos moldeados. Las cenizas fueron usadas como sustituto parcial de la arcilla, y los porcentajes usados son de hasta un 50 % de sustitución, siendo esta una buena forma de intervención que ayuda a mitigar la calidad del aire generado por el material particulado en el proceso de fabricación y de expendio.

La sustentabilidad, busca el equilibrio con el aspecto Social, es decir debe haber espacios de igualdad de oportunidades entre los miembros de la sociedad y estimule la integración comunitaria, sobre la base de respeto a la diversidad de valores culturales, en las ladrilleras ese tiene dos grupo marcados por la competencia, los que producen de manera artesanal que utilizan hornos convencionales, no miden el daño que genera a los alrededores, operan como si nadie existiera en la zona, en el ámbito de la ladrillera ITAL PERÚ SAC, Chacupe Alto, carretera Chiclayo a Monsefú, Lambayeque; existen familias con niños que son vulnerables al material particulado, existen instituciones educativas y actividades agrícolas que son impactados con mayor fuerza cuando se

produce el cocimiento del ladrillo. Desde el punto de vista social está abierta la oportunidad para la innovación y renovación intelectual y social, por la carencia de capacidades de los propietarios y del personal que labora en la ladrillera los aleja de tal oportunidad, no logrando afianzar el poder individual para controlar sus vidas y mantener la identidad de sus comunidades, que asegure la satisfacción adecuada en las necesidades de vivienda, salud y alimentación y de equilibrio ambiental.

La sustentabilidad desde el aspecto cultural, busca preservar la identidad cultural básica y reafirmar formas de relación entre el hombre y el ambiente; en la ladrillera ITAL PERÚ SAC, Chacupe Alto, carretera Chiclayo a Monsefú, Lambayeque, se gestiona de acuerdo a su experiencia y sobre todo criterio personal, no tienen una visión empresarial y demuestran poco interés por proteger el medio ambiente; de manera negativa se impacta culturalmente, la gente se acostumbró a ver cómo se generan grandes cantidades de humo y nadie dice nada, no reclaman, no se integran para solicitar apoyo de las autoridades locales y de todos los actores sociales en general.

La ladrillera ITAL PERÚ SAC, Chacupe Alto, carretera Chiclayo a Monsefú, Lambayeque, se vuelve desde el punto de vista económico, insustentable o con baja sustentabilidad, esto debido a que no tienen capacidad de generar bienes y servicios, usando racionalmente los recursos naturales, humanos y de capital, para satisfacer las necesidades básicas. Falta ser eficaz, que implica la internalización de los costos ambientales; falta darle integralmente valor a los recursos: presentes, de oportunidad y potenciales y no se gestionan con equidad dentro de la generación actual y respeto de las generaciones futuras.

En síntesis, desde el desarrollo sostenible como una forma de desenvolver nuestras actividades económicas de manera responsable y duradera, la ladrillera ITAL PERÚ SAC, Chacupe Alto, carretera Chiclayo a Monsefú, Lambayeque no lo está haciendo bien, todo por el

contrario está impactando de manera negativa en la salud humana, debido a la actividad de procesamiento del ladrillo; se requiere un crecimiento económico equitativo bajo los criterios de igualdad, justicia social y adecuada distribución de ingreso, privilegiando las mejores condiciones de vida de la población, y principalmente, de una adecuada regulación legal que acerque a la sociedad a dichos objetivos. De ahí, que el principio de sostenibilidad tiene por objetivo una gestión ambiental sostenible en el tiempo y en armonía con el desarrollo social y económico sin afectar la regeneración de los ecosistemas y el ambiente en general.

1.3. Características

En el departamento de Lambayeque existen aproximadamente 115 ladrilleras distribuidas en las provincias de Chiclayo, Ferreñafe y Lambayeque (MINAM, 2012); al analizar las emisiones por cada fuente, se considera: Dióxido de Azufre (SO₂), emitido mayormente por actividades comerciales y de servicios que realizan la combustión (calderas), y por la actividad de generación eléctrica (centrales térmicas). Las Partículas Suspendidas Totales (PTS), es generado principalmente por la actividad de transformación de recursos naturales (Chancadora de piedra) y por actividades comerciales y de servicios que realizan combustión (Ladrilleras).

Para realizar esta actividad se utilizan combustibles altamente contaminantes como, aceites desechados de motores de vehículos, carbón de piedra y residuos industriales, llantas, entre otros; que provocan significativos impactos ambientales, con los consiguientes cambios en el entorno natural, cuyas consecuencias se manifiestan con la contaminación atmosférica, contaminación de aguas, contaminación del suelo, erosión, desequilibrio ecológico y otros. Así mismo se produce impactos directos e indirectos, creando un ambiente inseguro, por lo que se hace necesaria la realización de un seguimiento Ambiental, para lograr prever y atenuar futuros impactos que se puedan provocar al Medio Ambiente.

Es cierto que la ciudad requiere del uso y aprovechamiento de los elementos que proporciona la naturaleza, pues al utilizarlos y transformarlos asegura su permanencia y sus posibilidades de reproducción y expansión en determinado momento, por lo que un mal uso deteriora la calidad de vida urbana. En este contexto la presente investigación se sustenta en la necesidad imperante de medir niveles de contaminación por los impactos ambientales negativos, de promover el desarrollo sostenible de la Provincia de Chiclayo, de evitar posibles enfermedades relacionadas con la actividad de la ladrillera, que realiza constantemente degradación del suelo, y básicamente afecta la calidad del aire.

Al determinar los niveles de contaminación generados por la industria de producción de ladrillo artesanal de arcilla, podrán ser comparados con los límites máximos permisibles establecidos en los “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire” (D.S. N° 074-2001-PCM y D.S. N° 003-2008-MINAM Y el DS 003-2017-MINAM) y en función de ello identificar el área de influencia directa e indirecta.

Al realizar la evaluación ambiental de la actividad de producción artesanal de ladrillo, mediante un procedimiento técnico y administrativo que toma en consideración todos los aspectos relativos a la protección del medio ambiente, se debe tener en cuenta el planteamiento de una armoniosa convivencia entre la “economía” y la “ecología”, con el fin de buscar el desarrollo respetando los recursos naturales; buscando incrementar el bienestar de la población. De esta manera se puede lograr mejorar el desempeño ambiental de la actividad de producción artesanal de ladrillo de barro. La planta productora de ladrillos de ITAL PERU SAC planta Chiclayo fabrica ladrillos de arcilla del tipo techo, portantes, tabiques y acabados que se utilizan en diferentes construcciones de la zona urbana del departamento de Lambayeque; sin embargo, en el proceso de quemado utilizan carbón de piedra, pajilla de arroz y otros insumos que le dan una apariencia negruzca a las emisiones que salen por la chimenea. Se desconocen detalles del proceso productivo, sin embargo, es manifiesto el color de las emisiones. En años anteriores este aspecto no era perceptible; sin embargo con el crecimiento de la urbanización en la zona

cercana y con la construcción de la carretera que une la Victoria con Monsefú es apreciable las emisiones a la atmósfera. El problema se manifiesta por las continuas evacuaciones de humo negro a través de la chimenea de la planta y la presencia de material particulado en concentración elevada que posiblemente superan los límites máximos permisibles establecido en las normas ambientales.

Como la planta en la que se hace el trabajo no se conocen los materiales e insumos para producir adobes, ni para el proceso de cocimiento, surge la duda del riesgo de contaminación a la atmosfera y el consecuente impacto ambiental que genera sobre el suelo, el agua, el aire, el clima, el paisaje, la flora, la fauna, los recursos arqueológicos y las poblaciones que viven en las zonas de influencia directa e indirecta de la planta. De estas dimensiones por la importancia que revisten para la salud humana se ha considerado necesario medir las concentraciones de material Particulado tanto $MP_{10} \mu m$ como $MP_{2,5} \mu m$.

1.4. Metodología

La investigación, se ubica dentro del paradigma positivista debido a que pone énfasis en la cuantificación de datos asociados con la calidad del aire. El tipo de estudio es explicativa debido a que asocia dos variables: Niveles de contaminación generados por material particulado y la calidad del aire.

Para realizar la investigación se ha tomado en cuenta considerando que existen ladrilleras industriales y artesanales; se trabajó con una ladrillera artesanal por ser la que mayor impacto genera respecto a los daños ambientales.

Existen 115 ladrilleras, en Chiclayo 85 registradas; 20 en Lambayeque y 10 en Ferreñafe; para la investigación se tomó como referencia la ciudad de Monsefú que cuenta con 25 ladrilleras en el ámbito de la carretera Chiclayo a Monsefú, ámbito del caserío Callanca (ver tabla adjunta)

Tabla 2.- Distribución de los productores ladrilleros en el departamento de Lambayeque

Provincia	Distrito	Zonas	Nº empresas
Chiclayo	José Leonardo Ortiz	Carretera Chiclayo-Ferreñafe	50
	Monsefú	Carretera Chiclayo-Monsefú y en el Caserío Callanca	25
	Chiclayo	Chiclayo	10
Ferreñafe	Ferreñafe	Ferreñafe	10
Lambayeque	Lambayeque	Lambayeque	20
TOTAL			115

Fuente: (MINAM, 2012)

Como muestra de estudio para capturar los datos de calidad del aire tanto a nivel de variables climáticas y gases tóxicos, se tomó como muestra la ladrillera ITAL PERU SAC, CHACUPE ALTO, de Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

Para efectos de medición se tomó como base la operacionanilización de variables:

Variable Independiente

Tabla 3.- Evaluación del Material particulado generado por producción de ladrillo artesanal

Variable	Dimensión	Categoría	Indicador	Escala de medición.
material particulado generado por producción de ladrillo artesanal	Material	Particulado	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de material particulado MP_{2.5} µm. • Monitoreo de material particulado MP₁₀ µm. 	Intervalo (Caracteriza – ordena y establece parámetros de medida)
		Extracción de arcillas y tierras.	<ul style="list-style-type: none"> • Cantera de donde procede la arcilla. • Tipo de maquinaria utilizada. • Herramientas. 	Nominal (Caracteriza la variable)
	Proceso de fabricación del ladrillo.	Mezclado.	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de partículas. • Procesos y herramientas en la disgregación del material. • Separación de materiales extraños. • Volumen de agua y batido. • Método de pisoteo (Humano o animales) 	

Fuente: Procesos de fabricación artesanal.

Tabla 4.- Evaluación del Material particulado generado por producción de ladrillo artesanal

Variable	Dimensión	Categoría	Indicador	Escala de medición.
material particulado generado por producción de ladrillo artesanal	Proceso de fabricación del ladrillo.	Moldeado	<ul style="list-style-type: none"> • Moldes y gaveras. • Forma y uso del ladrillo. • Tipos de ladrillos. 	Nominal (Caracteriza la variable)
		Secado	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de pérdida de humedad. • Período del secado en días. • Método secado. • Factor climático 	
		Cocción	<ul style="list-style-type: none"> • Control de la temperatura de cocción. • Coloración del ladrillo. • Combustibles utilizados 	
		Enfriamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Período de enfriamiento. • Desmontaje. • Transporte del ladrillo. • Usuarios del ladrillo artesanal. • Comercialización • Construcción • Estandarización de tipos y tamaños de ladrillos. • Distribución a pie de fábrica. • Crudeza y grietas en ladrillos. • Propiedades físicas: Homogeneidad. <ul style="list-style-type: none"> ○ Dureza. ○ Coloración ○ Formas 	

Fuente: Procesos de fabricación artesanal

Variable Dependiente: Calidad del aire.

Tabla 5.- Características de la Calidad del aire

Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala
Calidad del aire	Variables climáticas	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura. • Humedad relativa. • Punto de rocío. • Velocidad del viento. • Radicación solar. • Radiación ultravioleta. 	Intervalo (Caracteriza – ordena y establece parámetros de medida)
	Gases tóxicos en aire.	<ul style="list-style-type: none"> • Monóxido de carbono. • Sulfuro de hidrógeno. • Dióxido de azufre. • Dióxido de nitrógeno. • Ozono. 	

Elaboración Propia

El sustento teórico se organizó tomando como referencia los aportes del enfoque de sostenibilidad. Para el trabajo de campo se utilizó los siguientes instrumentos:

GPS: Marca: GARMIN; Modelo: GPS map 60CSx de Procedencia : USA.

Estación Meteorológica Vantage PRO 2 PLUS: Marca: Davis; Modelo: Vantage Vue Pro 2 Plus; N° de Serie: 91068557; Procedencia: USA.

Analizador de Gases: SERINUS SO₂ /H₂S – ECOTECH; SERINUS NO_x – ECOTECH; SERINUS CO – ECOTECH; SERINUS O₃ – ECOTECH.

Muestreador de Material Particulado MP₁₀ µm: Marca: ECOTECH; MODELO HIVOL; Capacidad de absorción 100 l/s.

Muestreador de Material Particulado MP_{2.5} µm: Marca: ECOTECH; MICRO VOL 1100; Capacidad de absorción 36 l/s.

Las mediciones fueron realizadas en los meses de 2015 (M1), Noviembre de 2016 (M2) y 06 de Noviembre de 2017 (M3) en el caso de material particulado se hizo un cuarto monitoreo (M4) al variar la posición del muestreo de material particulado MP_{2.5} el día 07-11-17.

El área de estudio se definió en función de la dirección del viento y cerca de la chimenea de evacuación de gases y otros metabolitos del proceso de quema del ladrillo (Ver anexo - panel fotográfico)

Para la ubicación de los puntos de monitoreo se realizó el reconocimiento de la zona, lo cual se identificaron cinco (05) puntos representativos que fueron tomados en coordenadas UTM utilizando el instrumento GPS en el sistema WGS 84, en la Tabla N° 5 se detallan las coordenadas de monitoreo.

Tabla 6.- Ubicación de puntos de monitoreo según coordenadas UTM WGS84 -17M

Puntos	Este	Norte	Estación Meteorológica	Analizadores de gases	HI VOL	MICRO VOL
1	626735	9246644	X			X
2	626703	9246624		X		
3	626701	9246630			X	
4	626735	9246644				X
5	626725	9246618			X	

Fuente: Elaboración Propia

Se consideraron las mediciones de las siguientes variables, tal como se indica en la Tabla N° 06:

Tabla 7.- Variables de Medición

Variables de Medición	Estación Meteorológica Marca: Davis Modelo: Vantage PRO 2 PLUS						Analizadores de gases marca ECOTECH	Muestreador de Material particulado Marca ECOTECH
	Temperatura Ambiental	Humedad Relativa	Velocidad Del Viento	Dirección Del Viento	Radiación solar	Índice de Radiación Ultravioleta	CO, SO ₂ , SH ₂ , NO ₂ Y O ₃	HIVOL (MP ₁₀) MICROVOL 1100 (MP _{2.5})
	°C	(%)	m/s	Puntos Cardinales	W/m ²		µg/m ³	µg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

La medición de contaminantes del aire, se realizó con equipos analizadores de gases de marca ECOTECH que permitió registrar, CO, NO₂, SO₂, H₂S y O₃. Para desarrollar la presente investigación se siguieron las etapas siguientes: Identificados y georeferenciados los puntos de medición se realizaron tres monitoreo desde el noviembre de 2015 hasta Noviembre de 2017. Los puntos de muestreo se georeferenciaron con un GPS marca GARMIN modelo GPS MAP 62s, en el sistema WGS 84.

A 25 m de la chimenea de la ladrillera, se instaló una estación meteorológica portátil marca Davis modelo Vantage Pro 2 Plus para registrar básicamente la Temperatura ambiental; la humedad relativa; la radiación Solar, el índice de radiación Ultra Violeta; la velocidad media y dirección predominante del viento con la que se construyeron las gráficas Rosa De Los Vientos utilizando el paquete computacional Hydrognomon V4.1 de la Universidad de Atenas.

Se instalaron equipos analizadores de gases tóxicos en aire marca ECOTECH, Modelo SERINUS que en tiempo real registraron las variaciones

de las concentraciones de: Monóxido de Carbono; Dióxido de azufre; Sulfuro de Hidrógeno; Dióxido de Nitrógeno y Ozono que permitieron obtener las concentraciones de cada gas en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Se instalarán dos equipos muestreadores de material particulado: Uno marca ECOTECH, modelo HIVOL para muestrear $\text{MP}_{10} \mu\text{m}$ y otro marca ECOTECH, modelo MICRO VOL 1100 para muestrear $\text{PM}_{2.5} \mu\text{m}$ ambos por el método gravimétrico y con la tecnología EPA.

Para el procesamiento de datos, fueron ordenados en la hoja de cálculo Excel del Microsoft Office 2013 a partir de los cuales se construyeron tablas y presentados en figuras. Con el software Statistical Package for Social Sciences (SPSS versión 24) se determinaron medidas de tendencia central tales como rango mínimo y máximo, promedio, mediana, moda, desviación estándar, y varianza y se utilizó el ANOVA para comprobar si existieron diferencias estadísticas significativas tanto entre mediciones como en lo referido en el DS003-2017-MINAM.

Tabla 8.- Estándares de calidad ambiental para aire

Anexo Estándares de Calidad Ambiental para Aire				
Parámetros	Periodo	Valor [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Criterios de evaluación	Método de análisis ⁽¹⁾
Benceno (C_6H_6)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO_2)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras ($\text{PM}_{2.5}$)	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación Inercial/Filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10})	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación Inercial/Filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) ⁽²⁾	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O_3)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM_{10}	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM_{10} (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H_2S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

NE: No Exceder.

⁽¹⁾ o método equivalente aprobado.

⁽²⁾ El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Séptima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.

Fuente: Anexo del DS 003-2017-MINAM (ECA AIRE)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.

Jaramillo, et.al (2017) en el V simposio colombiano de Liquenología; indican “Los líquenes han sido usados como organismos bioindicadores de calidad del aire, convirtiéndose en interesantes estrategias de monitoreo de bajo costo, eficiente y con información no puntual de los cambios ambientales. Han sido usados como bioindicadores en países con grandes avances en el monitoreo de la calidad del aire, debido a su alta sensibilidad a diversos contaminantes atmosféricos y a su lento crecimiento que pueden reflejar los sucesos atmosféricos de una región, a diferencia de los equipos que solo permiten mediciones puntuales. Además de tener la ventaja de ser una metodología de fácil acceso y bajo costo que permitiría llevar a cabo estudios en regiones con menos recursos económicos. Los resultados muestran relación entre la disminución de la biodiversidad líquénica en las estaciones con más baja calidad del aire como la estación Miguel Aguinaga y San Antonio en el centro de Medellín, en comparación con estaciones como UPB y Tanque la Y, que se encuentran en zonas más cerradas o en la periferia de la ciudad. Se presenta además el inventario líquénico asociado a estaciones de REDAIRE y las especies potencialmente bioindicadoras.

Sanhueza, Vargas y Medallo (2006) realizaron un estudio en la ciudad de Temuco es preocupante, tanto por los niveles de PM_{10} alcanzados, como por la probable toxicidad del material particulado asociado principalmente a quema de leña (hidrocarburos aromáticos policíclicos: HAP). Estos factores podrían significar un mayor riesgo en relación a otras ciudades cuyos sistemas de calefacción y cocina cuentan con combustibles más limpios, como gas natural o electricidad.

La existencia de una relación entre concentración de materia particulado, especialmente el PM_{10} , y los efectos nocivos de corto plazo sobre la salud de las personas, ha sido ampliamente estudiada en países desarrollados. Dichos

estudios se han centrado, principalmente, en la relación de corto plazo (diaria) entre las concentraciones de PM₁₀ y otros contaminantes, con mortalidad y morbilidad por causas respiratorias y cardiovasculares. Los hallazgos confirman una relación positiva y significativa entre estas variables, indicando además, que el aumento de riesgo de mortalidad ante incrementos de PM₁₀ de 100 µg/m³ sería del orden de 3 a 15%, dependiendo de la ciudad estudiada. En nuestro país, este efecto ha sido cuantificado sólo en la ciudad de Santiago, encontrándose excesos de riesgos de mortalidad entre 6 y 8%.

Este trabajo estudió los efectos a corto plazo, a través del desarrollo de modelos de concentración-respuesta de PM₁₀ con mortalidad diaria en la ciudad de Temuco, por causa respiratoria y cardiovascular, para el grupo etéreo de mayores y menores de 65 años, en el período comprendido entre noviembre de 1997 y diciembre de 2002. Los modelos generados servirán para estimar los beneficios y costos de estrategias de control de la contaminación en la ciudad.

Vallejos y Oñate (2013) en su publicación "comunicación de riesgos ecológicos: el caso de la contaminación atmosférica en dos ciudades intermedias del sur de Chile" indicaron que "Los riesgos socio ambientales son atribuidos a una modernización e industrialización acelerada y donde la población se ha visto afectada por sus efectos. En este caso, los riesgos asociados a la contaminación del aire están estrechamente vinculados con la operación basal de una sociedad moderna, a la acción del hombre y sus prácticas cotidianas y de una gestión habitualmente mediada por instituciones gubernamentales que se encargan de "visibilizar" el riesgo y de gestionar acciones para su minimización. Indagan sobre las formas y consecuencias de la comunicación de riesgos a la ciudadanía ante el problema de la contaminación atmosférica a partir de un estudio en dos ciudades intermedias del sur de Chile. Para ello, metodológicamente, se realizaron entrevistas y grupos focales, se analizó información secundaria y se realizó un análisis de contenido a través del *software* cualitativo Atlas ti, lo que bajo una mirada comparativa permitió observar los dispositivos y estrategias en el proceso de "visibilización" y "comprensión" del riesgo.

Giannuzzo (2010) reportó que en los últimos años, se ha comenzado a discutir sobre la ciencia y la tecnología de la sustentabilidad, intentando solucionar problemas de orden teórico y práctico, especialmente referidos a la integración de las disciplinas en los estudios sobre el ambiente.

2.2. Fundamento teórico.

2.2.1. Fundamentos de la contaminación de material particulado generado por producción de ladrillo.

El ambiente definido por ejemplo, en la I Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medioambiente Humano, realizada en Estocolmo, en 1972, como "el conjunto de elementos físicos, químicos, biológicos y de factores sociales, capaces de causar efectos directos o indirectos, a corto o largo plazo, sobre los seres vivos y las actividades humanas" es objeto de estudio, de manera más o menos directa, en algún o algunos aspectos, de muchas de las disciplinas del conocimiento, entre las cuales deben citarse: la biología, la ecología, la química, la geología, la antropología, la medicina, la geografía, la meteorología, la sociología, la psicología, la economía, el urbanismo, la filosofía, el derecho, la ingeniería, la política.

Indica también que, incluso, antes de que el concepto de ambiente, formalmente enunciado, originara replanteos epistemológicos y metodológicos desde las disciplinas, esos aspectos ya eran objeto de estudio desde la perspectiva de cada especialidad. Esto se explica por la condición de complejidad de los sistemas ambientales, definida por sus componentes heterogéneos en interacción, que determina que sus subsistemas pertenezcan a dominios conceptuales de distintas disciplinas. Por otra parte, es sabido que el hecho de que los diversos aspectos de un conjunto sean abordados desde las especializaciones disciplinares pertinentes, mediante su correspondiente bagaje histórico, epistemológico, y metodológico, resulta no sólo conveniente, sino

ineludible, para la profundización de su conocimiento. Esto explica la paradoja resultante del paralelismo entre especialización y necesidad de diálogo interdisciplinario, en especial, en la convergencia de los estudios ambientales.

Las evidencias del deterioro ambiental, como consecuencia de acciones humanas con efecto negativo sobre la naturaleza y el propio ambiente humano, originaron planteos en los aspectos no sólo científicos y éticos de las diversas disciplinas, sino también, en los sociológicos y normativos derivados. El conocimiento científico de las causas de ciertos deterioros conlleva la necesidad de la resolución de los problemas asociados, los que involucran acciones individuales y desde las instituciones, las que a su vez dependen de la correcta divulgación de los resultados de las investigaciones, y la capacitación de los actores involucrados. Por ejemplo, en un estudio realizado en la provincia argentina de Santiago del Estero sobre la gestión ambiental llevada a cabo por algunos municipios, se identificó, como principal causa de ineficiencias detectadas en la gestión, la falta de capacitación en los gestores responsables, por encima de condicionamientos económicos, o incluso, de la voluntad política de realizar una correcta gestión.

Las acciones desacertadas, a su vez, originan nuevas consecuencias de deterioro, sobre las que, en algunos casos, se centra la investigación. Esto crea una especie de *feedback* positivo entre aplicaciones incorrectas derivadas de una inexacta comprensión de los resultados de las investigaciones y los nuevos estudios orientados a resolver los problemas creados por el mismo desconocimiento que los originó. De este modo, se crean espacios vacíos entre los desarrollos teóricos y las aplicaciones, cuya progresión incide, a su vez, en inhibiciones o retardos en la nueva generación de conocimientos necesarios a resoluciones puntuales o generales. Se producen, de este modo, ineficiencias entre la generación de conocimientos necesarios a la resolución de problemas y la resolución efectiva de los mismos,

siendo las mismas ineficiencias las que generan nuevos conflictos que suman a la confusión y no a la resolución teórica y práctica de los mismos.

Es oportuno señalar que las ineficiencias observadas entre el conocimiento y su aplicación dependen de dos factores esenciales: la eficiencia en la transferencia del conocimiento y el accionar ético en los diversos contextos y desde los diversos actores implicados.

Producción Limpia (2015) al referirse a la contaminación ambiental, un tema con compromiso social indicó que En la actualidad una de las más grandes preocupaciones de la sociedad es el cuidado y preservación del medio ambiente, con el fin remediar los daños que el hombre ha causado y evitar que este se siga deteriorando, ya que esto directa e indirectamente afecta la salud y el bienestar de los hombres y de los otros organismos. La contaminación ambiental es un proceso cíclico que involucra todos los ambientes: aire, agua y suelo, y desde cualquier perspectiva, a los seres vivos tanto emisores como receptores de los contaminantes.

La cantidad de contaminantes que aportamos van comprometiendo cada día la calidad ambiental de nuestro planeta, y la gran mayoría de ellos son de origen antropogénico. Estos contaminantes han sido la consecuencia del desarrollo de procesos de tipo industrial, agrícola, agropecuario, clínico, entre otros, sin una adecuada planeación y sin tener en cuenta los impactos ambientales

Sin embargo, los procesos industriales evolucionan y se ejecutan a un ritmo tan acelerado que no es posible aplicar procesos de transformación de los contaminantes a la misma velocidad que estos se generan. Por esto es necesaria una conciencia ambiental colectiva dirigida a minimizar o modificar los procesos generadores de contaminantes. El adecuado manejo de la contaminación ambiental se ha convertido en un asunto tan fundamental en la sociedad, que fue necesaria la formación de profesionales con conocimientos

especializados que puedan plantear alternativas de manejo, y soluciones oportunas y efectivas a dichos problemas.

Se debe tener en cuenta que la contaminación es un resultado inevitable de nuestros hábitos de vida y de consumo y que es muy difícil erradicarla por completo. Es por esto que todos debemos ser conscientes de la responsabilidad que cada uno tiene con el planeta, bien sea como industrial, o como productor, empresario, profesional o consumidor, tratando al máximo de minimizar los contaminantes que producimos y enfocar nuestros esfuerzos a generar procesos ambientales que generen un impacto positivo en el ambiente

Gonzales et al., (2014) al referirse a la contaminación ambiental, indicaron además que la mayoría de los efectos dañinos crónicos de la contaminación del aire ambiental se miden, en la actualidad, a través del material particulado menor a 2.5 micrones ($PM_{2.5}$), que penetran los espacios profundos del pulmón., Puntualizaron además que en Lima, las partículas $PM_{2.5}$ anuales en Lima, en el periodo 2001–2011, tuvieron un promedio de $50 \mu g/m^3$. Estos datos indicarían que Lima tenía un problema por resolver con respecto a la contaminación del aire con $PM_{2.5}$.

Barría, Calvo y Pino (2016) en su publicación: Contaminación intradomiciliaria por material particulado fino ($MP_{2.5}$) en hogares de recién nacidos—Indicaron que—La contaminación de aire por material particulado (MP) es un importante problema de salud pública. En Chile se ha estudiado la contaminación atmosférica y MP_{10} , y escasamente aire interior y $MP_{2.5}$. Como los recién nacidos y los lactantes pasan la mayoría del tiempo en el hogar, es necesario evaluar la exposición a la contaminación intradomiciliaria en esta población susceptible. Tuvo como Objetivo: Determinar la concentración de $MP_{2.5}$ en hogares de recién nacidos e identificar las fuentes de emisión contaminante. El estudio fue realizado en 207 hogares en los que se recolectó la concentración de $MP_{2.5}$ ($[MP_{2.5}]$) por 24 h y se evaluó la información

sociodemográfica y los factores ambientales (calefacción, ventilación, tabaquismo intradomiciliario y aseo del hogar). La [MP_{2.5}] media fue 107,5 µg/m³. El antecedente «asma familiar» se asoció a menor [MP_{2.5}] ($p = 0,0495$). Hogares sin uso de calefacción mostraron la menor [MP_{2.5}] mediana, 58,6 µg/m³, mientras los que usaron leña, parafina, electricidad entre 112,5 y 114,9 µg/m³ y brasero 162,9 µg/m³. Hogares que usaron leña tuvieron diferencias significativas en [MP_{2.5}] mediana ($p = 0,0164$). Concluyeron que: Hubo hogares con [MP_{2.5}] elevada, siendo el consumo residencial de leña casi universal y asociado a [MP_{2.5}]. La ventilación natural incrementó el MP_{2.5} interior, probablemente por infiltración desde el exterior.

2.2.2. Fundamentos de la calidad del aire.

2.2.2.1. Atmósfera

La atmósfera actual es el producto de un lento proceso que comenzó, como ya se indicó anteriormente, hace unos $4,6 \times 10^9$ años. Al principio la Tierra era un conglomerado de planetoides y meteoritos rodeados de una capa. Protoatmósfera, de H y de He. Las altas temperaturas desarrolladas durante el período de acrecimiento del planeta y su débil campo gravitatorio causaron la fuga al espacio exterior del He y de la mayor parte del H, del que quedó retenida una pequeña parte al reaccionar con otros elementos. Así, con el C formó metano, con el N amoníaco, y con el oxígeno vapor de agua. Estos fueron los constituyentes básicos de la atmósfera primigenia, Atmósfera I, de carácter reductor y que prevaleció durante los primeros 0,6 eones de existencia del Planeta. A estos compuestos básicos se deben añadir otros componentes minoritarios, como CO₂, SO₂, N₂, H₂, HF, HCl, originados y liberados por la intensa actividad volcánica (Figueroa & Marino, 2004).

Durante los siguientes dos eones las aportaciones energéticas internas (energía geotérmica, energía radiactiva, descargas eléctricas) y externas (radiaciones solar y estelar) propiciaron la descomposición y/o fotólisis del vapor de agua.

Posteriormente, en función de las concentraciones de las especies gaseosas, presión y temperatura deberían variar uniformemente con la altitud; la atmósfera está compuesta por varias capas.



6Imagen 2.- Estructura de la atmósfera

En la capa de la Mesosfera (entre 50 y 80 km de altura) el calentamiento atmosférico deja de ser efectivo y la temperatura disminuye desde 0°C hasta los - 80°C.

La atmósfera está estructurada en capas gaseosas superpuestas, de las cuales, la más bajas soportan el peso de las que tienen encima. Según ascendemos por las capas, este peso por unidad de superficie, al que se denomina presión atmosférica, es cada vez menor. Se suele dividir a la atmósfera, según la variación de la temperatura con la altura,

en las siguientes capas: Tropósfera, Estratosfera, Mesosfera, Termosfera y Exosfera (Martínez & Díaz De Mera, 2004) (imagen 2).

La troposfera es la capa más próxima a la superficie de la Tierra (los primeros 9 a 15 km), en ella respiramos y se dan los fenómenos meteorológicos que determinan el clima. En la Estratósfera (llega hasta unos 50 km de altura) se caracteriza por una ausencia de corrientes verticales y escasa concentración de vapor de agua. Es donde se encuentra la mayor parte del ozono.

Por encima de la Mesosfera crece la temperatura con la altura debido a la absorción de la radiación solar más energética (rayos X, radiación gamma y ultravioleta de vacío) y a la baja densidad de la atmósfera a elevadas altitudes, esta capa recibe el nombre de Ionósfera debido a la formación de capas ionizadas que tienen la capacidad de reflejar las ondas radioeléctricas.

2.2.2.2. Contaminación Ambiental

Al revisar la historia, nos encontramos que probablemente la preocupación por el ambiente es tan antigua entre las primitivas sociedades humanas como su perturbación. El hombre descubrió, al mismo tiempo que desarrollaba sus primeras culturas, que no se encontraba por encima del proceso de selección, sino que era un producto de éste, y comprendió que necesitaba manipular con prudencia los recursos a su alcance.

El mantenimiento de los equilibrios ecológicos es más difícil actualmente en los ecosistemas creados por el hombre

moderno, el crecimiento de la población mundial, la urbanización creciente, la intensificación de la producción industrial y agropecuaria, el desarrollo comercial y de las comunicaciones y la utilización de los medios acuáticos y de la atmósfera para el transporte y otras actividades humanas han sido los factores más influyentes en la destrucción, en extensas superficies terrestres, de los antiguos ecosistemas naturales. En los últimos años el hombre ha actuado irracionalmente con el uso de los recursos, generando erosión y desertificación de suelos, deforestación de bosques, extinción de especies, escasez de agua, alteraciones climáticas y atmosféricas por uso de sustancias químicas como los clorofluorocarbonos; inversiones térmicas, calentamiento global, entre otras (Colín & Camacho, 2003).

El estudio de la contaminación ambiental es un tema tan complejo que requiere una división de los principales aspectos a tratar: los residuos sólidos (urbanos, tóxicos y peligrosos; y radioactivos), contaminación atmosférica y aguas residuales (urbanas e industriales) (Fonfría & Ribas, 1989).

Existe controversia respecto a la definición de “contaminación atmosférica”, ya que algunos autores ponen el énfasis en las concentraciones de un determinado compuesto que se registran en la atmósfera, mientras que otros subrayan el componente antrópico y otros se centran en la nocividad de sus efectos.

En cualquier caso se puede concluir que se trata de un problema que puede tener efectos sobre multitud de receptores (salud o bienestar humano, bienes y medioambiente en su conjunto). Además, la contaminación atmosférica actúa a distintas escalas, desde cambios locales de la calidad del aire que provocan malestar a los habitantes de las grandes

ciudades hasta procesos globales, que afectan al medioambiente de todo el planeta, como el agujero de la capa de ozono estratosférico.

En la actualidad se encuentran identificadas unas 3000 sustancias gaseosas consideradas como contaminantes atmosféricos, la mayoría de ellos orgánicos (es decir, compuestos por cadenas de carbono). Estos compuestos, son englobados por el concepto de “contaminación atmosférica” debido aquellos son capaces de provocar daños a la salud y al medio ambiente (Gallego, y otros, 2012).

Las fuentes de polución pueden ser numerosas, pero pueden agruparse en las siguientes: Contaminación de origen natural; contaminación debida a los automóviles y medios de transporte en general; contaminación por combustiones, especialmente de calefacciones o de Centrales Térmicas, o de incineración de basuras y contaminación industrial. En la contaminación natural puede incluirse la de los granos de polen, susceptibles de provocar en el organismo humano reacciones alérgicas, y que en determinados sitios pueden alcanzar cifras importantes. Así en París, en el Bosque de Bolonia, se han llegado a recoger 840 g de polen por Ha y día.

El Transporte en general es uno de los principales elementos de contaminación. Y dentro de él el de los vehículos automóviles, como corresponde a la presencia de un gran número de vehículos concentrados en un mismo lugar (Paz, 1971).

La contaminación debida a las combustiones en hogares fijos, es un problema general de mayor importancia cada día. Comprendiendo en esta denominación de hogares, no sólo las calderas industriales, sino las instalaciones de calefacción de locales comerciales, de negocios y residenciales.

Si los combustibles son quemados completamente, en los gases de combustión no hay más que: anhídrido carbónico y vapor de agua (que no se consideran como contaminantes) y óxidos de azufre y de nitrógeno en pequeñas cantidades.

2.2.2.3. Calidad del Aire

Existen normas que especifican la calidad del aire. Estas normas se basan en investigaciones científicas respecto a efectos en la salud de la contaminación atmosférica (INE, 2005). Así mismo, se han establecido normas que especifican de emisiones para muchos contaminantes atmosféricos de emisiones para muchos contaminantes atmosféricos en el Perú los estándares de calidad ambiental y los límites máximos permisibles.

En el control de la calidad del aire debe haber un proceso de aseguramiento de la calidad (AC), proceso que debe realizarse durante todo el proceso de desarrollo del monitoreo. En particular debe iniciar con la recopilación de la información y continuar con los cálculos de las emisiones y la modelación, teniendo en cuenta las contingencias e incertidumbre, almacenamiento electrónico de datos y documentación de resultados.

2.2.2.4. Proceso de Combustión

La combustión es la reacción de oxidación de las sustancias combustibles. Como en la mayor parte de sus aplicaciones técnicas lo que se exige en estos procesos es la obtención del máximo calor posible, desarrollándose reacciones completas,

que exigen cantidades más o menos importantes de aire en exceso.

Si bien esto permite evitar la existencia de inquemados y humos, el exceso de aire también implica mayores pérdidas de calor en los productos de la combustión. De ahí que constituya uno de los parámetros importantes a controlar (Marquez, 2005).

Aunque el cálculo matemático de las variables del proceso es el más sencillo posible, compatible con la precisión técnica adecuada, no debe ocultarse el hecho de que los mecanismos de reacción son realmente complejos, y que en los productos de reacción, además de sustancias completamente oxidadas que se indican, aparecerán trazas de otros componentes indeseados (contaminantes atmosféricos).

2.2.2.5. Tecnologías Limpias

Las industrias, fábricas, empresas de todo tipo en todos los lugares, se han dedicado durante años a producir múltiples cosas y productos, sin tomar en cuenta que los recursos se agotan, que el aire, los ríos y los mares se ensucian con los desechos, que la tierra se erosiona y pierde su fertilidad (IICA, 2001).

En la actualidad son dramáticos los efectos de ese desarrollo tecnológico que ha pensado solamente en la rentabilidad económica y no en las personas: la contaminación del agua es alarmante, la extinción de especies de fauna y flora, la erosión de los suelos, etc.

2.2.2.6. Efectos de la Contaminación sobre la Salud Humana

Desde el desarrollo de los lineamientos para la calidad del aire para Europa por la Organización Mundial de la Salud (OMS), un gran número de estudios epidemiológicos han sido publicados, documentando la existencia de los lineamientos y estándares para los efectos de la salud por la contaminación del aire en concentraciones mayores y menores.

Los resultados de diversos estudios epidemiológicos realizados en el sur de California en los EUA, donde se encuentra una población por largo tiempo al ozono, indican que el gas tiene efectos sobre los resultados de pruebas de función respiratoria. Las emisiones de monóxido de carbono en un área confinada puede causar la muerte y el fallecimiento sobrevendrá por insuficiencia cardíaca o sofocación, el riesgo de verse afectados persiste aun exponiéndose a bajos niveles del contaminante, según la Agencia de Protección del Medio Ambiente del gobierno federal de los Estados Unidos [EPA] (Rico, López, & Jaimes, 2001).

Existe la posibilidad de la presencia de otros contaminantes en los combustibles fósiles como son el arsénico cuya exposición a concentraciones bajas en la industria, o a través del consumo de alimentos contaminados; puede concentrarse en el hígado, pulmones y riñones.

El cadmio que se produce como un subproducto de la fabricación de baterías, cerámica, tinturas, plásticos, entre otros. En el caso de los humanos, el cadmio se puede adquirir por dos vías: ingestión e inhalación. Sus efectos pueden ser divididos en dos categorías: agudos y crónicos. Los primeros pueden ser causados por una exposición severa a vapores del metal, siendo los síntomas equivalentes a la gripe; en 24 horas se desarrolla generalmente un edema pulmonar agudo, el que

alcanza su máximo en 3 días; si no sobreviene la muerte por asfixia. En el caso de los efectos crónicos, la consecuencia más severa es el cáncer.

El plomo es un tóxico para las enzimas, uniéndose al grupo sulfhídrico de las proteínas, en concentraciones elevadas el plomo altera la estructura terciaria de las proteínas intracelulares, desnaturalizándolas y produciendo muerte celular e inflamación tisular; y los efectos tóxicos se denominan saturnismo.

La intoxicación por vapor de mercurio afecta el sistema nervioso central, los síntomas principales consisten en letargia, anorexia, pérdida de peso y trastornos gastrointestinales. Al aumentar la exposición se produce el clásico temblor de intención que se acompaña del eretismo mercurial, timidez, pérdida de la memoria e insomnio.

2.2.2.7. Evaluación Ambiental

La evaluación ambiental se concibe como un instrumento para la toma de decisiones, adoptando la forma de un procedimiento dirigido a integrar las consideraciones medioambientales en los niveles elevados de la planificación (Merino, 2011). Existe un consenso en torno a concebir la evaluación ambiental de proyectos como algo mucho más allá de la mera elaboración de un informe de sostenibilidad ambiental.

Se trata de tener en cuenta en forma explícita los efectos que sobre el medio ambiente genere cualquier clase de proyecto. Se busca entonces prever, mitigar o controlar esos efectos nocivos que afectan las condiciones de vida de la población presente y futura, al depredar los llamados bienes ambientales.

Por lo tanto cualquiera de las formas de valuación pueden ser utilizadas como punto de partida para lograr la identificación y valoración, en la medida de lo posible, de los efectos positivos o negativos que se desprenden de un proyecto sobre el medio ambiente (Miranda, 2005).

Teniendo en cuenta la óptica económica (racionalidad en la utilización de los recursos escasos), analizar el problema desde dos puntos de vista diferentes: Lo que tiene que ver con los recursos: animales, vegetales, minerales, aire, agua, etc., y su adecuada utilización y la disposición final de los desechos propios del proceso insumo-producto-consumo.

CAPÍTULO III.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Resultados empíricos de la investigación

3.1.1. Resultados del proceso de producción de ladrillos

Tabla 9.- Producción diaria de ladrillo en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

Tipo de ladrillo	Producción diaria
Pandereta 23x11x9	100 millares
King Kong tipo estándar	60 millares
Techo 12x30x30	38 millares
Techo 15x30x30	36 millares
TOTAL	234 millares

Fuente: Registro de producción diaria.

La ladrillera en un solo día produce 235 millares, impactando de manera agresiva en el ambiente y por el tipo de trabajo que realizan generan todo tipo de material particulado afectando directamente la calidad del aire y así la salud humana.

Tabla 10.- Extracción de arcilla y tierra para la producción de ladrillo artesanal en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

Indicador	Descripción.
Cantera de donde procede la arcilla	La cantera de arcilla llamada caolin procede de los cerros es una arcilla rocosa lo cual le da dureza al ladrillo su coloración es rojisa [25%]; de las chacras procede el 75% restante; ambas arcillas se mezclan para obtener el ladrillo.
Tipo de maquina utilizada	Maquinaria pesada.
Herramientas	Retroexcavadora, cargador frontal

Fuente: Entrevista persona

Se impacta de manera negativa en la extracción de arcilla, utilizando el método de tajo abierto afectando directamente el ecosistema natural.

Tabla 11.- Proceso de fabricación: Mezclado en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

Indicador	Descripción
Reduccion de particulas	Para la reduccion de todas las particulas se utiliza un molino primario que consta de un motor de 10HP, que gira a una velocidad de RPM y consta de 24 martillos montados en un motor que al girar hace que todas las particulas sean destrosadas.
Procesos y herramientas en la degradacion del material.	Primero el cargador frontal hace la mezcla indicada por el ingeniero a cargo, el porcentaje de tierra y caolin una vez echa la mezcla se procede a cargar una tolva, se recepciona la mezcla, luego en una faja transportadora se dosifica la cantidad de arcilla que ingresa al molino primario para ser molido.
Separacion demateriales extraños	Se utiliza una zaranda rotativa la cual lleva una malla acerada de 2mm, ésta separa todas los materiales extraños como paja y raices de plantas.
Volumen de agua y batidos.	El volumen de agua para que el barro sea óptimo es en un 23% de agua, el batido es constante por unas palas de metal girada por un eje que mezcla el barro y trabaja a una velocidad de 30 RPM; el giro es constante para que la tierra y el agua sean mezclados adecuadamente.
Metodos de pisoteo (humano o animales)	La maquina que la mezcla, procesa y humecta la tierra con el agua se llama mezcladora porque esto es una fabrica mecanizada.

Fuente: Entrevista personal.

En el proceso de mezclado, también existe presencia de impacto ambiental, debido a que en el mezclado que realizan utilizan motores y combustibles impactando en la calidad del aire.

Tabla 12.- Proceso de fabricación: Modelado en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

Indicador	Descripción
Moldes y gaveras.	<p>Los moldes empleados para las ladrilleras mecanizadas comprenden el uso de planchas. Las matrices para los moldes y producir los ladrillos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ladrillo kin kong de 18 huecos • Ladrillos techo 12x30x30 • Ladrillos techo 15x30x30 • Ladrillos techo 20x30x30
Forma y uso del ladrillo.	<p>Ladrillo tipo IV INFES; ladrillos pastelero; ladrillo pandereta</p> <p>Los ladrillos kingong de 18 huecos son ladrillos para pared. Su peso es de 3.00 kg su medida es de 24x12x9 y en un metro cuadrado entran 72 ladrillos de este tipo.</p> <p>Ladrillo pandereta son para tabiquería, su peso es de 2.00 kg, su medida es de 23x11x9 en un metro cuadrado ingresan 42 ladrillos.</p>
Tipos de ladrillos.	<p>Ladrillo techo 15x30x30 es el ladrillo de techo utilizado para la construcción en primer nivel. Su peso es 8.0 kg; su capacidad es 9 ladrillos por m²</p> <p>Ladrillo de 12x30x30 es el ladrillo de techo para el segundo nivel. Su peso es 7 Kg, su capacidad 9 ladrillos por m²</p> <p>King Kong estandar; King kong tipo IV; Pandereta – Pandereton – Pastelero; Techo 8x30x30; Techo 12x30x30; Techo 15x30x30; Techo 20x30x30</p>

Fuente: Entrevista personal.

En este proceso no existe impacto debido a que en el modelado está asociado al sistema de venta y a la demanda en el mercado interno.

Tabla 13.- Proceso de fabricación: Secado en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

Indicador	Descripción.
Porcentaje de pérdida de humedad	El porcentaje de pérdida en una fábrica mecanizada en un secadero es del 1%.
Periodo de secado en días	En secadero autorizado es de 24 horas.
Método de secado.	Método de secado es homogéneo y monitoreado por termómetro de temperatura y el porcentaje de humedad es relativa.
Factor climático	En la zona es favorable para el proceso de secado debido a que existe poca precipitación durante el año, en todo caso el mayor impacto se da en verano.

Fuente: Entrevista personal.

El secado es artesanal, por lo tanto el impacto es negativo, se evidencia en el proceso constructivo debido a que no cuenta con los requerimientos establecidos en las normas de construcción, afectando la resistencia necesaria en las edificaciones.

Tabla 14.- Proceso de fabricación: Cocción en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

Indicador	Descripción.
Control de temperatura de cocción.	Los controles de temperatura se hacen por medio de termocupla, hacen que los censos lleguen a unos parametros que aseguren buena coccion. La curva de temperatura se da del siguiente modo.
<p>El gráfico muestra la variación de temperatura durante el proceso de cocción. La curva comienza en 2000 °C, sube a 450 °C, luego a 650 °C, y finalmente a 850 °C, donde se detiene para la fase de COCCIÓN. Después, la temperatura disminuye a 750 °C, luego a 650 °C, y finalmente a 500 °C. Las fases están etiquetadas como PRE CALENTAMIENTO, COCCIÓN y ENFRIAMIENTO.</p>	
Coloracion del ladrillo	La colorcion de ladrillo lo toma por la buena coccion ,un buen color es naranja para lo cual debe ser quemado a 850 grados.
Combustible utilizado	Se utiliza petroleo R500; gas GNV; carbón de piedra; cascara de café; guano de gallina; bagazo de caña de azucar.

Fuente: Entrevista personal.

Existe alto impacto en la calidad del aire; debido al combustible utilizado en el proceso de cocción (quemado con material inflamable y material orgánico).

Tabla 15.- Proceso de fabricación: Enfriamiento en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

Indicador	Descripción.
Periodo de enfriamiento.	El periodo de enfriamiento en un horno tunel es de 8 horas en una planta mecanizada.
Desmontaje	Es constante por el tunel, la salida de vagones es programada cada 30 minutos, siendo descargada por una motocarga con pinzas hidráulicas.
Transporte de ladrillo	Son trasladados por camiones y llenados en parihuelas y transportados por motocargas.
Comercialización	Se comercializan mediante vendedores los cuales salen a vender a provincias, monitorean mediante telefono a las oficinas de ventas para el despacho de la mercadería para cualquier tipo de ladrillo: kingong, techo y pandereta y la cantidad requerida por el cliente.

Fuente: Entrevista personal.

En el proceso de enfriamiento, quedan residuos sólidos que impactan el ambiente, sin embargo, en el momento de efectuar la carga se impacta la calidad del aire por presencia de vehículos de carga y transporte.

Tabla 16.- Proceso de fabricación: Estandarización en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

Indicador	Descripción.
Estandarización de tipos de tamaños de ladrillos.	Los estandares de ladrillos en todas las empresas son las mismas: kingkong standard 18 huecos 24x12x9, king kong tipo IV 24X13X9; pandereta 23x11x9; techo 15x30x30; techo12x30x30; techo 12x30x30 éstas medidas son estándar para este tipo de ladrillos que son monitoreados por ITINTEC
Distribución a pie de fábrica.	Estos materiales son distribuidos por camiones y trailers.
Crudea y grietas en ladrillos	Estos materiales tienen un control de calidad por ingenieros lo cual no permiten la distribución de estos materiales porque dañan la imagen de la empresa.
Propiedades físicas y homogeneidad.	Sus propiedades son consistentes a la presión y sísmica porque tienen un prensado homogéneo y consistente a la presión lo cual es regulado por una bomba de vacío .
Coloración	Su color de los ladrillos siempre serán color naranja
Formas	Las formas de los ladrillos siempre son variables tanto para ladrillos de techo y pared, además tienen diferentes medidas dimensiones y formas.

Fuente: Entrevista personal.

En la estandarización, no se impacta en la calidad aire, debido a que corresponde a un proceso que tiene que ver con el sistema que permita de asegurar la venta del producto.

3.1.2. Resultados del material particulado.

Tabla 17.- Resultados de la evaluación del material particulado MP_{2.5} en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS84 - 17M ESTE	NORTE	MP 2.5 (µg/m³) CONCENTRACION	LMP - 24 HORAS
M1	626690	9246700	66.99	50
M2	626690	9246700	59.48	50
M3	626735	9246644	74.91	50
M4	626725	9246618	85.69	50
PROMEDIO			71.7668	50

Fuente: Monitoreo de material Particulado (MP_{2.5} µm)

ANOVA de un factor

ANOVA

MATERIAL PARTICULADO MP2.5

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	947.583	1	947.583	15.060	.008
Intra-grupos	377.534	6	62.922		
Total	1325.117	7			

Se determinó el valor $p \leq 0,05$ por tanto la media de los datos del Material Particulado MP_{2.5} es mayor al Límite Máximo Permitido (24 horas). Existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de las muestras y lo referido por el DS 003-2017-MINAM.

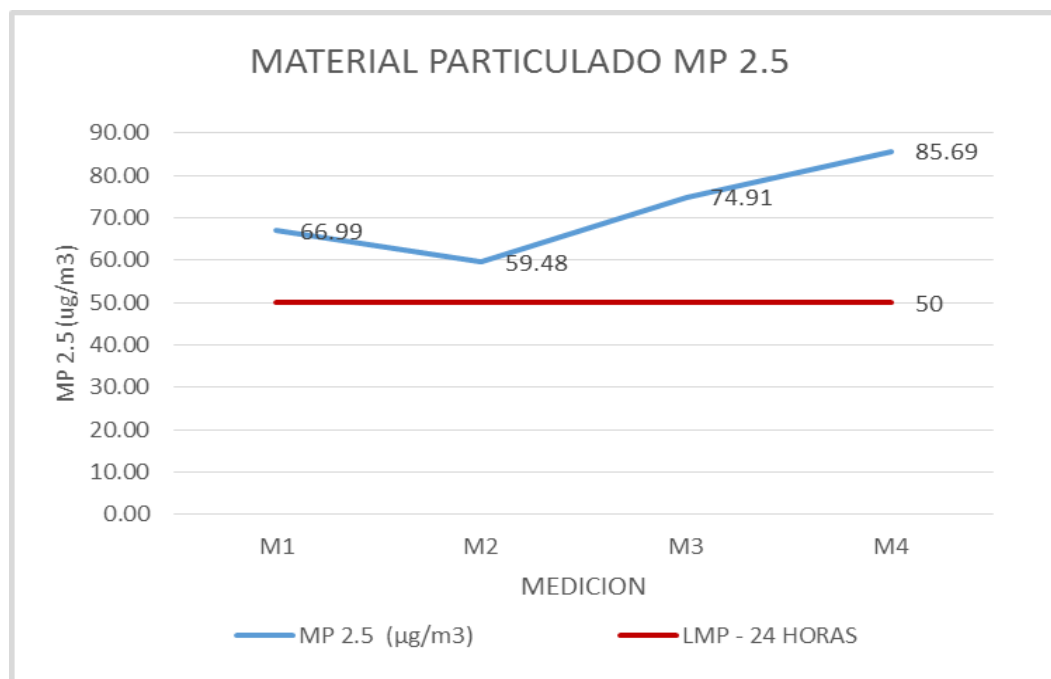


Figura 4.- Variación de la concentración del MP_{2.5} en zona cercana a la planta de producción de ladrillos de Chacupe Alto, Monsefú.

Tabla 18.- Resultados de la evaluación del material particulado MP₁₀ en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS84 - 17M		MP 10 (µg/m³)	LMP - 24 HORAS
	ESTE	NORTE	CONCENTRACION	
M1	626690	9246700	162.03	100
M2	626701	9246630	189.78	100
M3	626701	9246630	194.81	100
PROMEDIO			182.2071	100

Fuente: Monitoreo de material Particulado (MP₁₀ µm)

ANOVA de un factor

ANOVA

MATERIAL PARTICULADO MP10

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	10136.994	1	10136.994	65.020	.001
Intra-grupos	623.623	4	155.906		
Total	10760.618	5			

Se determinó el valor $p < 0,05$ por tanto La media de los datos del Material Particulado MP10 es mayor al Límite Máximo Permitido (24 horas). Estadísticamente LMP ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de las muestras y lo referido por el DS 003-2017-MINAM

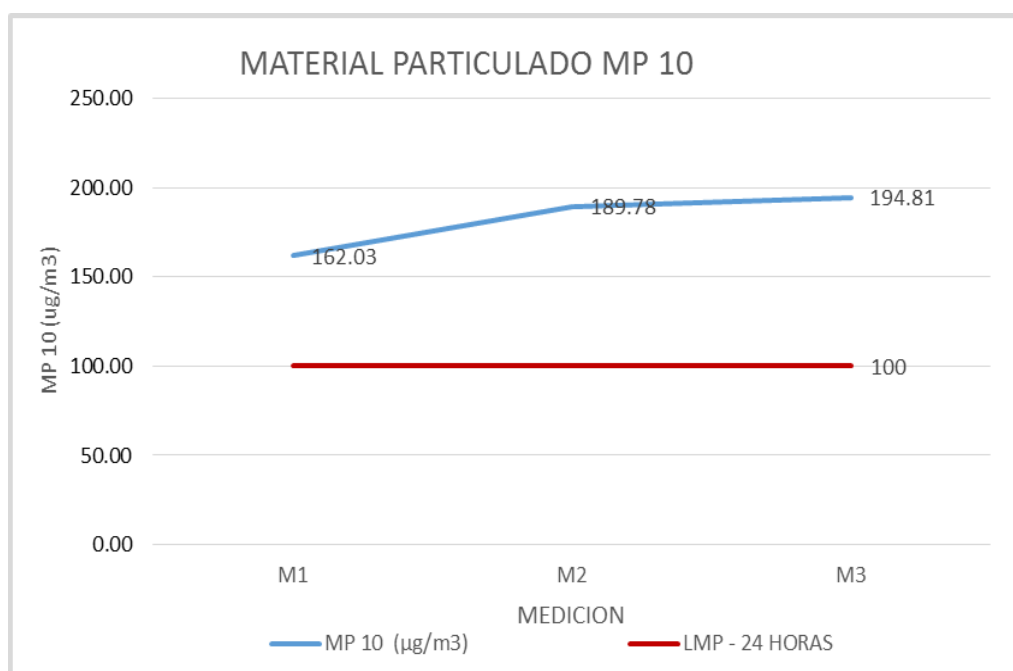


Figura 5.- Variación de la concentración del MP_{10} en zona cercana a la Planta de producción de ladrillos de Chacupe Alto, Monsefú

3.1.3. Resultados de la calidad del aire.

3.1.3.1. Resultados de las variables climáticas.

Temperatura:

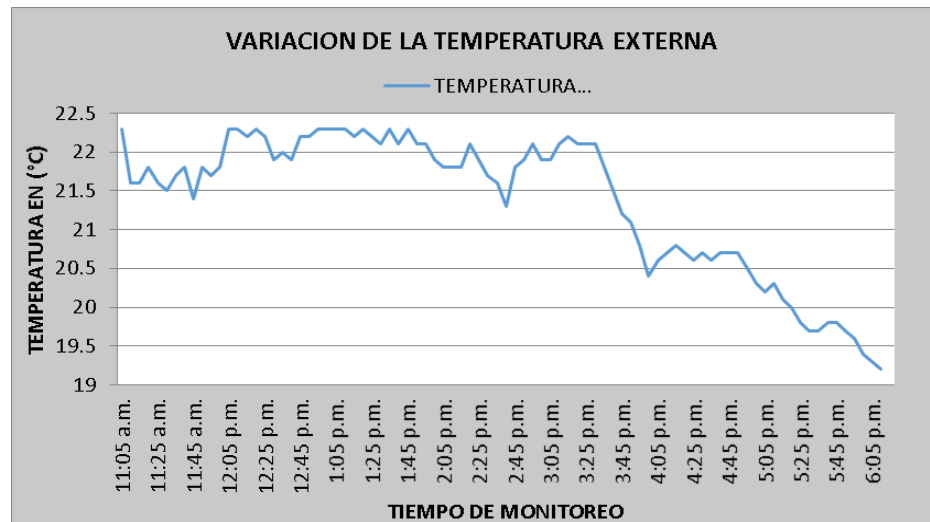


Figura 6.- Variación de la Temperatura Externa.

Fuente: Elaboración Propia.

El promedio de la temperatura externa en la zona monitoreada, fue de 21,4 °C, la menor fue de 19,2 °C y la mayor fue de 22,3 °C.

Humedad relativa:

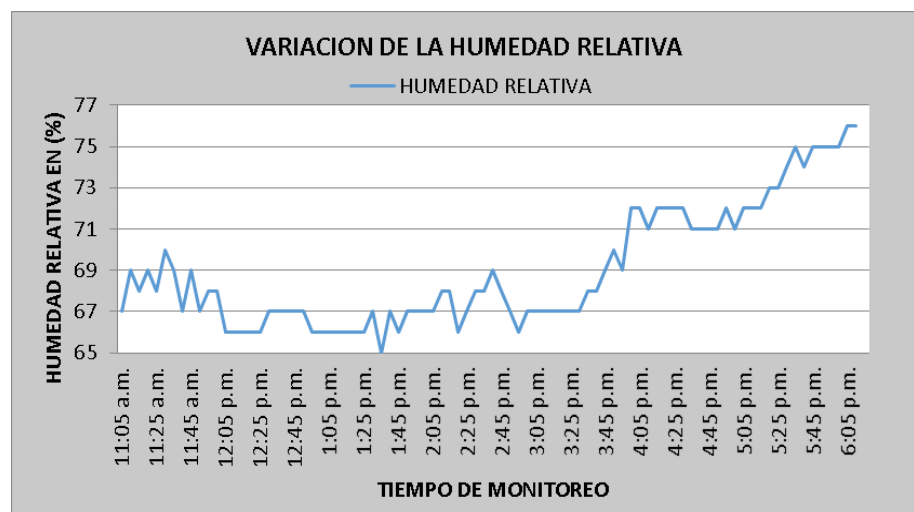


Figura 7.- Variación de la Humedad Relativa

Fuente: Elaboración Propia

La Humedad Relativa presentó un promedio de 69%, registrándose la menor en 65% y la mayor en 76%, en la figura 5, se muestra la variación durante el tiempo de monitoreo.

Punto de Rocío

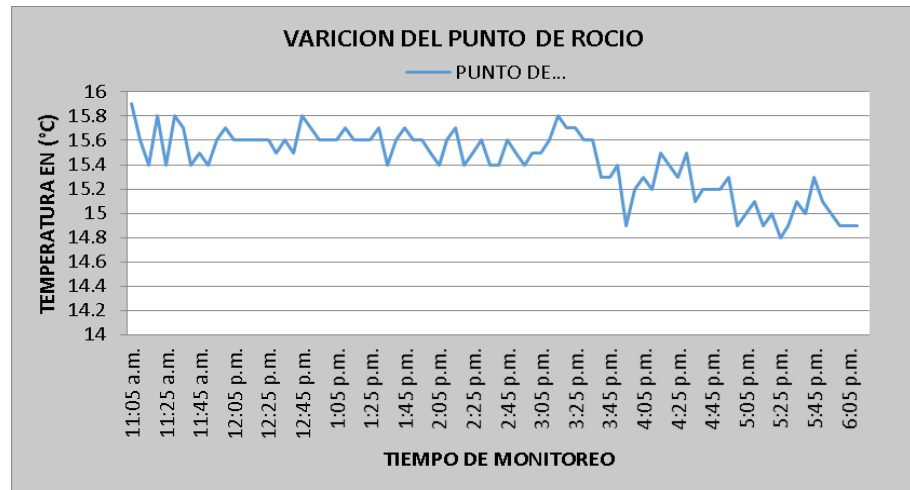


Figura 8.- Variación del Punto de Rocío.

Fuente: Proceso experimental – noviembre 2017.

El Punto de Rocío en el lugar monitoreado, presentó un promedio de 15.4 °C, registrándose la menor en 14.8 °C y la mayor en 15.9 °C, en la figura 6, se muestra la variación de esta variable climática durante el tiempo de monitoreo.

Velocidad de Viento

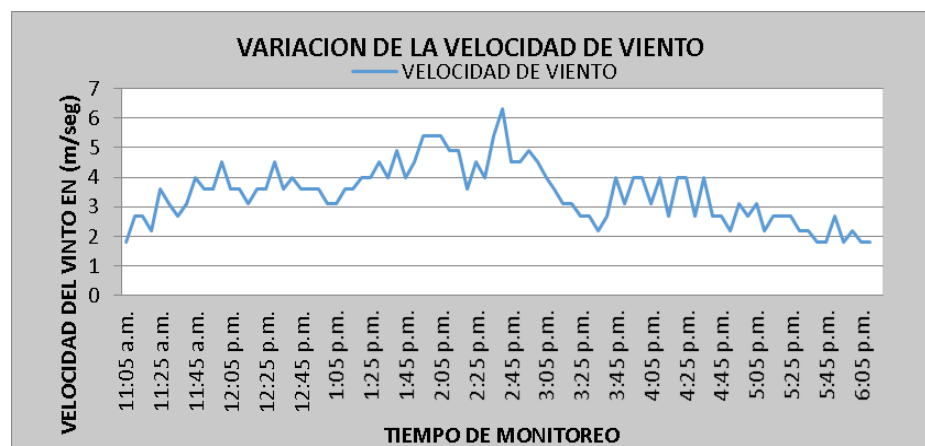


Figura 9.- Variación de Velocidad de Viento.

Fuente: Proceso experimental – noviembre 2017.

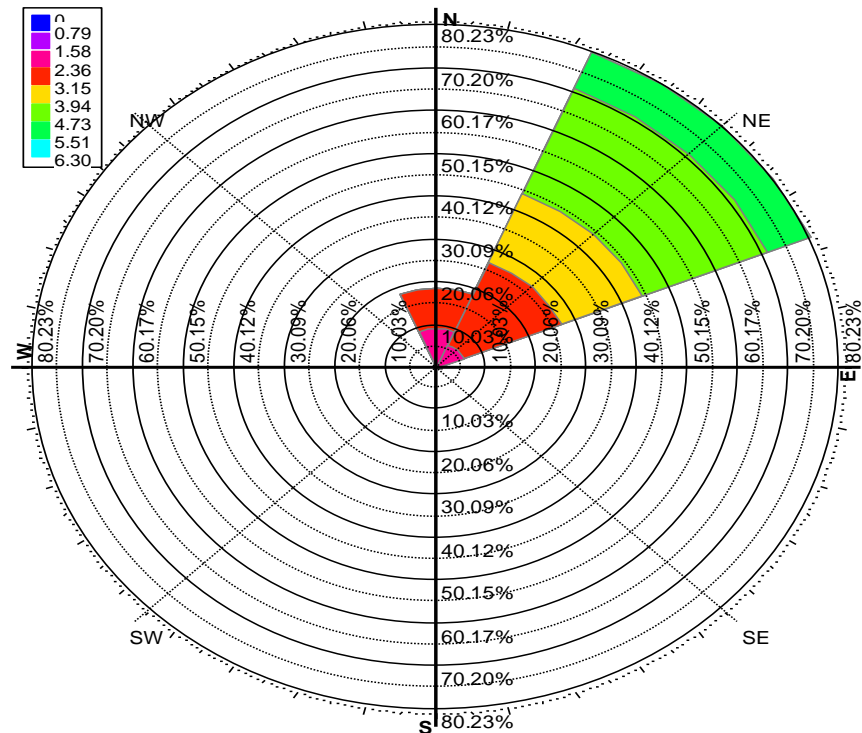


Figura 10.- Variación de la Rosa de los Vientos.

Fuente: Proceso experimental – noviembre 2017.

La Dirección predominante del viento fue de SW - NE con velocidades de 2,36 hasta 6,30 m/s y desde S - N con velocidades de 2,36 a 3,15 m/s (Figura 7) y en la figura 8, se muestra la rosa de los vientos, grafico que plotea la velocidad media y la dirección predominante del viento

Radiación Solar

El menor valor de radiación solar en la zona monitoreada fue de 6 w/m² y el mayor se registró en 914 w/m². En la figura 9 se muestra la variación de la radiación solar durante el tiempo de monitoreo.

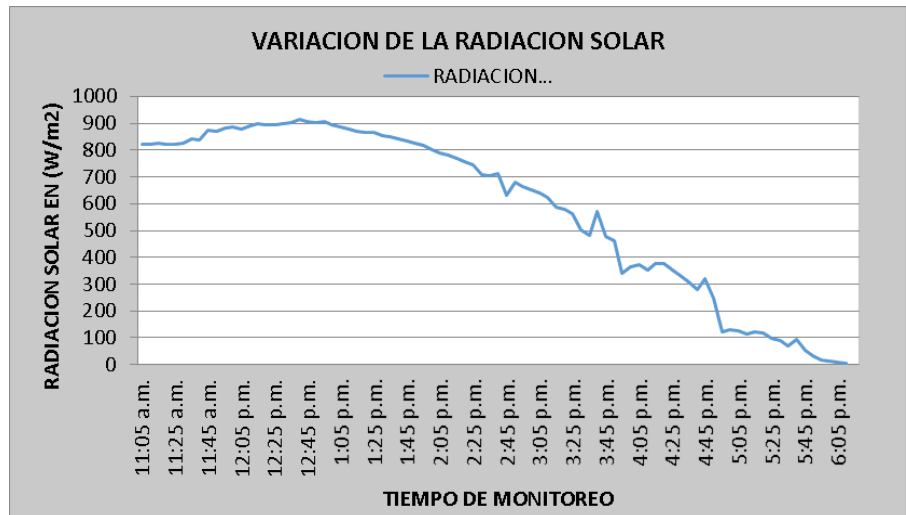


Figura 11.- Variación de la Radiación Solar.

Fuente: Proceso experimental – noviembre 2017.

Radiación ultravioleta

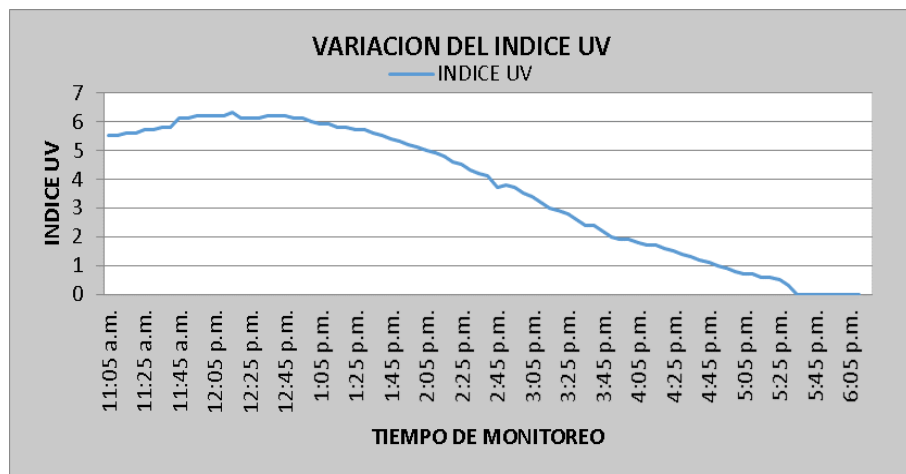







Figura 12.- Variación de la Radiación Ultra Violeta.

Fuente: Proceso experimental – noviembre 2017.

El menor valor del Índice de Radiación Ultra Violeta en la zona monitoreada fue de 0,3 W/m² y el mayor registro fue de 6.3 (Figura 10); según la categoría de exposición establecido por la OMS en el año 2003, el mayor valor obtenido de 6.3 se ubicaría en la categoría alta (ver tabla adjunta)

Tabla 19.- Código, riesgo y color de la radiación UV

Color	Riesgo	Índice UV
 Verde	Bajo	<0-2
 Amarillo	Moderado	3-5
 Naranja	Alto	6-7
 Rojo	Muy Alto	8-10
 Morado	Extremadamente alto	> 11

Fuente: Organización Mundial de la Salud.

3.1.3.2. Resultados de los gases tóxicos, impactos en la calidad del aire.

Tabla 20.- Resultados de la concentración de Monóxido de Carbono en el ámbito de la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS84 - 17M		MONOXIDO DE CARBONO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	ESTE	NORTE	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO	LMP - 8 HORAS
M1	626703	9246624	1208.72	2355.2842	908.3558	10000
M2	626703	9246624	729.74	1256.6416	177.9254	10000
M3	626703	9246624	284.83	634.3447	3.6619	10000

Fuente: Monitoreo de gas de Monóxido de Carbono.

ANOVA de un factor

ANOVA

MONOXIDO DE CARBONO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	128590936	1	1.3E+008	1204.656	.000
Intra-grupos	426979.827	4	106744.957		
Total	129017916	5			

Se determinó el valor $p < 0.05$; por tanto, la media de los datos del Monóxido de Carbono es menor a la media del Límite Máximo Permitido (8 horas). Estadísticamente LMP (10000

$\mu\text{g}/\text{m}^3$) es mayor a la media de la concentración de Monóxido de Carbono.

La variación de la concentración de Monóxido de carbono durante el tiempo de monitoreo se muestra en la figura 11 en la que se aprecia que tanto el nivel promedio como el mínimo y máximo no superaron el LMP establecido por el DS 003-2017-MINAM

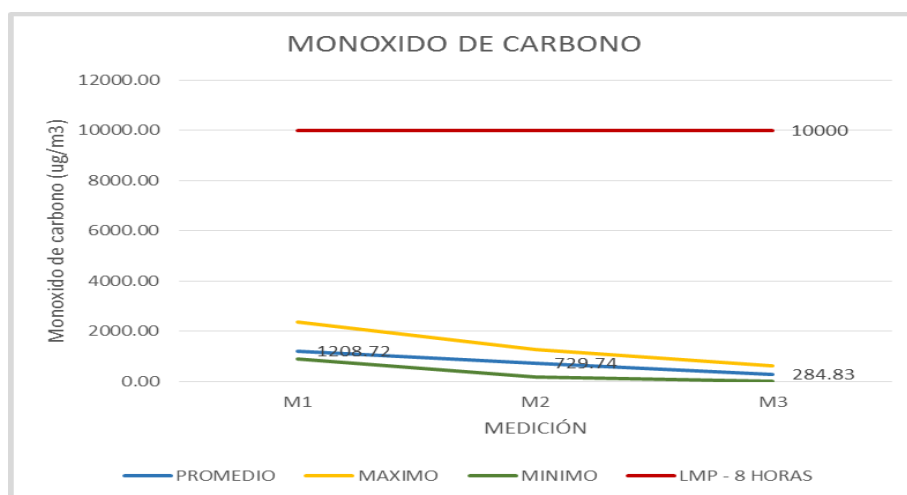


Figura 13.- Variación de la concentración del Monóxido de Carbono en zona cercana a la Planta de producción de ladrillos de Chacupe Alto, Monsefú.

Tabla 21.- Resultados de la concentración de Sulfuro de Hidrógeno en el ámbito de la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS84 - 17M		SULFURO DE HIDROGENO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	ESTE	NORTE	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO	LMP - 24 HORAS (x10)
M1	626703	9246624	4.83	7.67	0.81	15
M2	626703	9246624	3.38	7.85	0.07	15
M3	626703	9246624	2.41	4.14	0.59	15

Fuente: Monitoreo de gas de Sulfuro de Hidrógeno.

ANOVA de un factor

ANOVA

SULFURO DE HIDROGENO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	32175.797	1	32175.797	43384.073	.000
Intra-grupos	2.967	4	.742		
Total	32178.764	5			

El valor $p < 0.05$; por tanto la media de las concentraciones de Sulfuro de Hidrógeno es menor a la media del Límite Máximo Permitido (24 horas). Estadísticamente LMP ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) es mayor a la media de la concentración de Sulfuro de Hidrógeno.

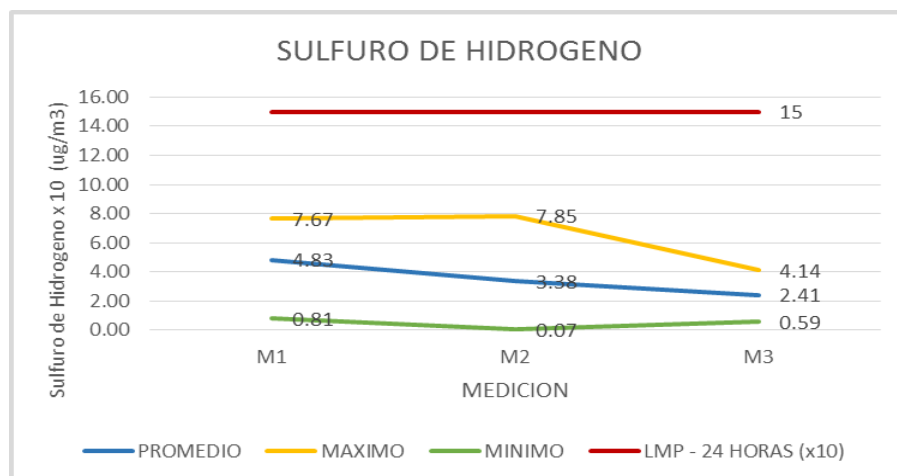


Figura 14.- Variación de la concentración del Sulfuro de Hidrogeno en zona cercana a la Planta de producción de ladrillos de Chacupe Alto, Monsefú.

Tabla 22.- Resultados de la concentración de Dióxido de Azufre en el ámbito de la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS84 - 17M		DIOXIDO DE AZUFRE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	ESTE	NORTE	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO	LMP - 24 HORAS (x10)
M1	626703	9246624	1.35	4.392	0.421	25
M2	626703	9246624	2.87	5.535	0.000	25
M3	626703	9246624	1.34	3.468	0.001	25

Fuente: Monitoreo de gas de Dióxido de Azufre.

ANOVA de un factor

ANOVA					
DIOXIDO DE AZUFRE					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	92365.152	1	92365.152	238289.9	.000
Intra-grupos	1.550	4	.388		
Total	92366.703	5			

Se determinó el valor $p < 0.05$ por tanto la media de los datos del Dióxido de Azufre es menor a la media del Límite Máximo

Permitido (24 horas). Estadísticamente LMP (250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) es mayor a la media de la concentración de Dióxido de Azufre.

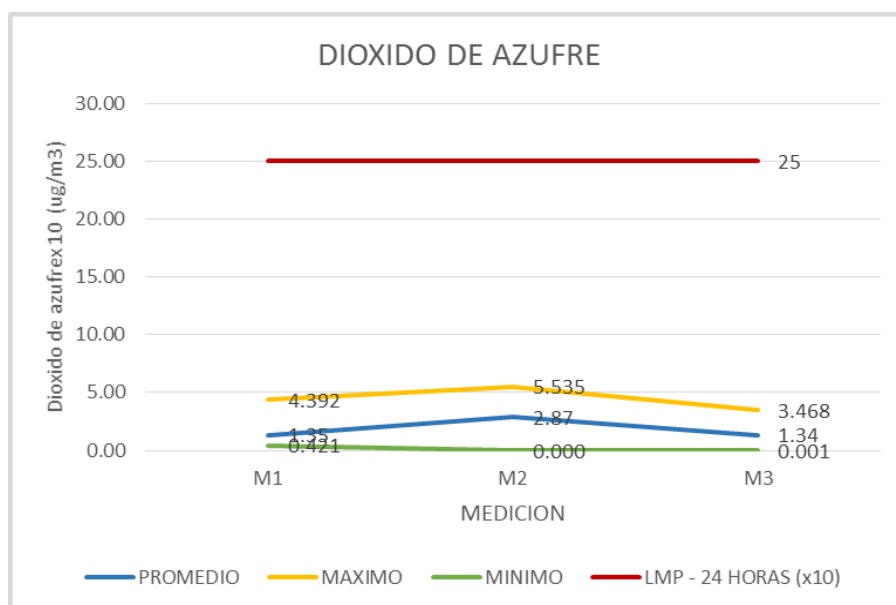


Figura 15.- Variación de la concentración del Dióxido de Azufre en zona cercana a la Planta de producción de ladrillos de Chacupe Alto, Monsefú.

Tabla 23.- Resultados de la concentración de Dióxido de Nitrógeno en el ámbito de la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS84 - 17M		DIOXIDO DE NITROGENO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	ESTE	NORTE	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO	LMP - 1 HORA
M1	626703	9246624	16.11	240.05	0.06	200
M2	626703	9246624	9.58	114.98	0.03	200
M3	626703	9246624	17.72	240.05	0.01	200

Fuente: Monitoreo de gas de Dióxido de Nitrógeno.

ANOVA de un factor

ANOVA

DIOXIDO DE NITROGENO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	51632.071	1	51632.071	5557.184	.000
Intra-grupos	37.164	4	9.291		
Total	51669.236	5			

Se determinó el valor $p < 0.05$ por tanto la media de los datos del Dióxido de Nitrógeno es menor al Límite Máximo Permitido (1 hora). Estadísticamente LMP ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) es mayor a la media de la concentración de Dióxido de Nitrógeno

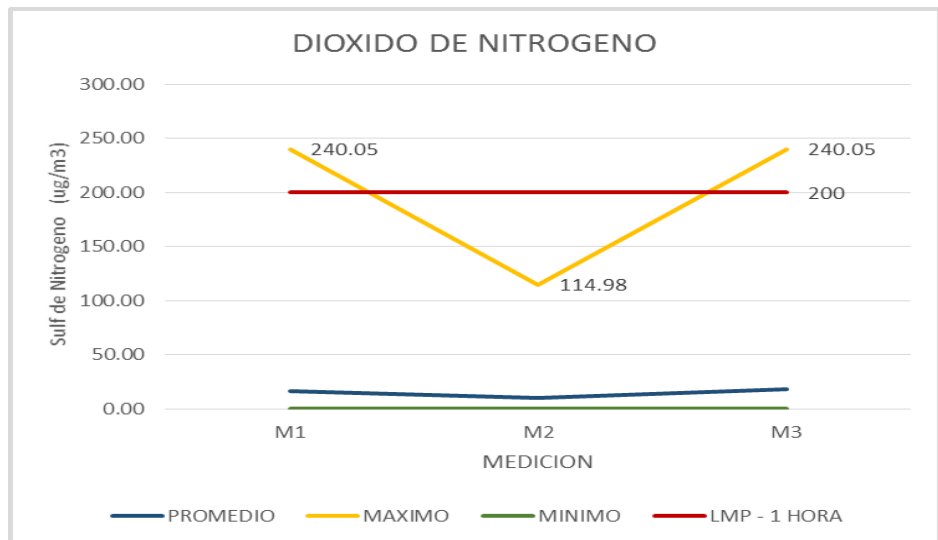


Figura 16.- Variación de la concentración del Dióxido de Nitrógeno en zona cercana a la Planta de producción de ladrillos de Chacupe Alto, Monsefú.

Tabla 24.- Resultados de la variación de la concentración de Ozono en el ámbito de la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.

PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS84 - 17M		OZONO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	ESTE	NORTE	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO	LMP - 8 HORA
M1	626703	9246624	9.84	45.66	0.06	100
M2	626703	9246624	31.33	58.43	2.61	100
M3	626703	9246624	31.35	49.74	13.33	100

Fuente: Monitoreo de gas de Ozono.

ANOVA de un factor

ANOVA					
OZONO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	8624.525	1	8624.525	111.946	.000
Intra-grupos	308.167	4	77.042		
Total	8932.692	5			

Se determinó el valor $p < 0,05$ por tanto la media de los datos del Ozono es menor a la media del Límite Máximo Permitido (8 horas). Estadísticamente LMP ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) es mayor a la media de la concentración de Ozono

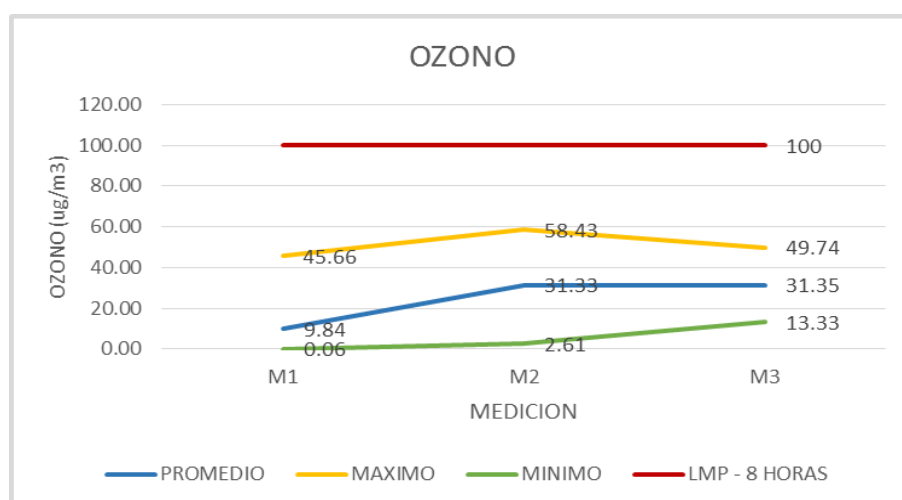


Figura 17.- Variación de la concentración de Ozono en zona cercana a la Planta de producción de ladrillos de Chacupe Alto, Monsefú.

3.2. Propuesta teórica.

3.2.1. Propuesta de mitigación de impactos para el proceso de fabricación de ladrillos.

Proceso	Problema	Objetivo	Propuesta general.
Extracción de arcilla.	Se impacta de manera negativa en la extracción de arcilla, utilizando el método de tajo abierto afectando directamente el ecosistema natural.	Revertir los impactos generados en la extracción de la arcilla.	Forestación de las áreas explotadas.
Mezclado.	En el proceso de mezclado, también existe presencia de impacto ambiental, debido a que en el mezclado que realizan utilizan motores y combustibles impactando en la calidad del aire.	Mitigar los impactos en la reducción de partículas.	Utilización de energía eléctrica en el sistema de máquinas.
Proceso	Problema	Objetivo	Propuesta general.
Secado	El secado es artesanal, por lo tanto el impacto es negativo, se evidencia en el proceso constructivo debido a que no cuenta con los requerimientos establecidos en las normas de construcción, afectando la resistencia necesaria en las edificaciones.	Realizar el aprovechamiento de la energía solar en el proceso de secado que incida en las propiedades de resistencia de los materiales producidos en la ladrillera.	Concentración de energía utilizando secadores solares para aumentar la rapidez del secado del ladrillo.
Cocción	Existe alto impacto en la calidad del aire; debido al combustible utilizado en el proceso de cocción (quemado con material inflamable y material orgánico)	Mitigar la contaminación generada por la quema del ladrillo.	Utilización de hornos a gas y/o eléctricos.
Enfriamiento	En el proceso de enfriamiento, quedan residuos sólidos que impactan el ambiente, sin embargo, en el momento de efectuar la carga se impacta la calidad del aire por presencia de vehículos de carga y transporte.	Reducir los residuos sólidos de los materiales utilizados en la fabricación del ladrillo.	Rehutilización de ladrillos en el proceso de mezcla incrementando la resistencia en los ladrillos.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Propuesta de mitigación de impactos para el material particulado.

Material particulado.	Problema	Objetivo	Propuesta general.
MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	66.99	Realizar la	Elaboración de un plan de
	59.48	evaluación y	evaluación ambiental.
	74.91	monitoreo	Implementación de un
	85.69	permanente y	PAMA, a fin de reducir
	[Todos los valores	continuo en la	impactos.
	superan el límite	ladrillera.	Implementación de un
	máximo permisible		programa y realización de
	establecido en 24		campañas de salud
MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	horas (50 puntos)]		asistencial y preventiva en
	162.03		los pobladores del ámbito
	189.78		de intervención de la
	194.81		ladrillera.
	[Todos los valores		
	superan el límite		
	máximo permisible		
	establecido en 24		
	horas (100		
	puntos)]		

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Propuesta de mitigación de impactos para mejorar la calidad del aire.

Aspectos impactados	Problema	Objetivo	Propuesta general.
Variables Climáticas.	Existe 6,3 puntos de radiación ultravioleta, siendo de riesgo alto.	Prevenir enfermedades generadas por la radiación ultravioleta.	Dotar de un Kit de salud de protección al personal que labora en la empresa [sombrero – bloqueador solar] Reorganización de horarios de trabajo evitando la exposición entre las 12 a 14

			horas del día.
Gases tóxicos.	No se encuentran concentraciones altas de los gases: Monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, azono debido a que uno de los factores dispersantes es el aire, afectando así el medio ambiente y ecosistema en general.	Mitigar las emisiones de material particulado en la la ladrillera.	Implementación de un lavador de gases en la chimenea de los hornos.

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- La ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque en la fabricación de ladrillos, impacta de manera negativa en la calidad del aire al momento de la extracción de arcilla con el método de tajo abierto influenciando directamente el ecosistema natural; en el mezclado por la utilización de motores y combustibles; en el secado en el proceso post fabricación impactando en la resistencia necesaria en las edificaciones, en la cocción debido a la quema de material orgánico e inorgánico y en el enfriamiento, quedando residuos sólidos que afectan el medio ambiente.
- Existe alta concentración de material particulado $MP_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) y MP_{10} ($\mu g/m^3$), superando los valores máximos permisibles en 24 horas afectando de manera significativa la calidad del aire en el ámbito de la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.
- Con registro de 6,3 puntos de radiación ultravioleta, resulta ser esta variable climática de alto riesgo, asociada a la calidad del aire, en el ámbito de la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.
- Existe bajas concentraciones de gases tóxicos producidos en la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque y se debe a la velocidad del aire que influyó directamente en la dispersión del monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y ozono.

RECOMENDACIONES

1. Realizar evaluaciones periódicas sobre las variables climáticas y de los gases tóxicos en la zona de intervención de la ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque.
2. A futuros maestrantes de Ingeniería ambiental de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, tomar como base este estudio con la finalidad de realizar estudios a profundidad de las radiaciones ultravioletas que son de alto riesgo de afección de la salud.
3. A la empresa ladrillera ITAL PERU SAC, Chapuce alto, carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque, implementar las propuestas sugeridas en los tres ejes: Proceso de construcción del ladrillo, material particulado y en la calidad del aire.

BIBLIOGRAFÍA

- Aire, G. d. (2006). *Plan "A limpiar el aire" de la cuenca atmosférica de Chiclayo*. Chiclayo: Grupo de estudios.
- Carranza, M. (2001). El medio ambiente y los derechos humanos: Su concepción constitucional. *Universidad La Salle - revista del centro de investigación*, 92.
- Colín, A., & Camacho, R. (2003). Antecedentes históricos de la contaminación ambiental. En H. Ocaña, F. Rico, J. Pérez, A. Colín, & R. Camacho, *Principios básicos de contaminación ambiental* (págs. 1-14). México: Universidad Autónoma de México.
- Estratégico, C. N. (2011). *Plan bicentenario - Perú al 2021*. Lima: CEPLAN.
- Figueruelo, J., & Marino, M. (2004). *Química Física del ambiente y de los procesos medioambientales*. España: Reverté, S.A.
- Fonfría, R., & Ribas, J. (1989). *Ingeniería ambiental: Contaminación y tratamientos*. España: Marcombo, S.A.
- Fuentes, E; Díaz, E; Bayas, V. (2017). Protección jurídica efectiva de los derechos del medio ambiente en algunos países de América Latina y Europa. *Revista científica AVANCES*, 146-157.
- Gallego, A., González, I., Sánchez, B., Fernández, P., Garcinuño, R., Bravo, J., Durand, J. (2012). *Contaminación atmosférica*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Giannuzzo, A. (2010). *Los estudios sobre el ambiente y la ciencia ambiental*. Sap Paulo: Scientiae Studia.
- Guzmán, J. (2012). Carbon Monoxide Poisoning. *Critical Care Clinics*. 28(4), 537-548.

- Hampson, N. (2016). Cost of accidental carbon monoxide poisoning: A preventable expense. *Preventiv2 Medicine Reports*, 21-14.
- Hill, R; Bowen, P. (1997). Sustainable construction principles and a framework for attainment. *Construction Management Economics*, 223-239.
- IICA. (2001). *Juventud y nueva ruralidad*. San José de Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura.
- INE. (2005). *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*. México: Instituto Nacional de Ecología.
- Jaramillo, M. (30 de julio al 03 de agosto de Agosto de 2017). Comunidades de líquenes cortícolas como bioindicadoras de calidad del aire en la ciudad de Medellín. Buenaventura, Medellín, Colombia.
- Lin, D., & Weng, C. (2001). Use of sewage ash as brick material. En Journal of Environmental Engineering. *Revista ingenierías Universidad de Medellín*, 127.
- Marquez, M. (2005). *Combustión y Quemadores*. España: Marcombo S.A.
- Martínez, E., & Díaz De Mera, Y. (2004). *Contaminación atmosférica*. España: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- Martinez, M. (2008). Políticas de medio ambiente y participación ciudadana. *Revista de economía pública social y cooperativa*, 185.
- Merino, P. (2011). *La evaluación ambiental de planes y programas*. Madrid: Dykinson, S.L.
- MINAM. (2012). *Estudio diagnóstico sobre las ladrilleras artesanales en el Perú*. Lima: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE.
- Miranda, J. (2005). *Gestión de Proyectos. Identificación - Formulación. Evaluación Financiera-Económica-Social-Ambiental*. Colombia: MM Editores.

- Paz, J. (1971). *La contaminación ambiental y sus problemas*. Madrid: Sociedad Española de Higiene y Medicina Social.
- Porter, M., & McGahan, A. (1997). How Much Does Industry Matter, Really?. . *Strategic Management Journal* 18, 15-30.
- Puig - Ventosa, I; Freiré-González, J; Almazor,E. (2007). Efectos de la política Ambiental sobre la competitividad. . *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 52-61.
- Rico, F., López, R., & Jaimes, E. (2001). *Daños a la salud por contaminación atmosférica*. México: Instituto Literario 100 Ote. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Rodriguez, E. (2001). Gestión ambiental municipal y participación local. *Décimo tercer informe sobre el estado de la Nación en desarrollo humano sostenible*, 120-130.
- Rodriguez, j. (2006). *Los derechos humanos y el medio ambiente*. Cundinamarca - Colombia: Díkaion.
- Sandilands, E., & Bateman, D. N. (2016). Carbon monoxide. *Medicine*, 151-153.
- Sanhueza, p; Vargas, R; Medallo, P. (2006). Impacto de la conyaminación del aire por PM10 sobre la mortalidad diaria en Temuco. *Revista médica*, 136.
- Taylor, J. (1993). *Rethinking the theory of organizational communication: How to read an organization*. Norwood: Ablex Publishing.
- Tejedor, I; Mena, N. (2016). Determinación de monóxido de carbono (CO) como factor de riesgo laboral en estaciones de servicio de combustible . *Revista de investigación agraria y ambiental*, 157-165.
- Unidas, O. d. (21 de Mayo de 2014). *ONU*. Obtenido de Organizaciones de las naciones unidas: <http://www.un.org/es/millenniumgoals/>

- Vallejos, A; Oñate, M. (2013). Comunicación de riesgos ecológicos: El caso de la contaminación atmosférica en dos ciudades intermedias del sur de Chile. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 129.
- Worrell, E; Price, L. (2000). Potentials for energy efficiency improvement in the U.S. *Cement industry. Energy*, 1189-1214.

ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO



Imagen 3.- Coordenadas de ubicación de equipos de monitoreo de clima, gases tóxicos en el aire, Muestreador de Material Particulado MP₁₀ (Hi Vol) y MP_{2.5} (Micro Vol) en la parte externa de la planta de ITAL PERU SAC, Chacupe Alto Carretera Chiclayo – Monsefú.

Fuente: Google Earth



Imagen 4.- Coordenadas de ubicación de equipos de monitoreo de clima, gases tóxicos en el aire, Muestreador de Material Particulado MP₁₀ (HiVol) y MP_{2.5} (MicroVol) en la parte externa de la planta de ITAL PERU SAC, Chacupe Alto Carretera Chiclayo - Monsefú



FOTO 1 Parte externa de la planta de ITAL PERU SAC, Chacupe Alto Carretera Chiclayo - Monsefú, la flecha indica la ubicación de la chimenea. 7 .11.17



FOTO 2 Ubicación de equipo Muestreador de material Particulado $MP_{2,5}$ (Micro Vol) en la parte externa de la planta de ITAL PERU SAC, Chapuce Alto Carretera Chiclayo - Monsefú, Lambayeque el 7 .11.17



FOTO 3: Estación Meteorológica marca Davis modelo vantage Pro 2 Plus y Muestreador de material Particulado MP2,5 EcCOTECH MODELO mIICROvOL 1100.



FOTO 4: Muestreador de material Particulado MP10um marca ECOTECH Modelo HIVOL en zona cercana a fábrica de ladrillos Chacupe , Monsefú.



Foto 5: Equipos analizadores de gases tóxicos en aire marca ECOTECH, Modelo Serinus

**CERTIFICADO DE CALIBRACION DE
ANALIZADORES DE GASES SERINUS NO_x**

ID Number		Date		Service Number		Engineer Initials	
14-1487		4-Sep-14		N/A		CT	
General Settings				Measurement Settings			
Firmware Version		2.19.0001		Average Period		1 min	
Concentration Units		ppm		Filter Type		Kalman	
Temperature Units		°C		NO2 Filter		Disabled	
Pressure Units		torr					
Analog Outputs							
Output Type		Voltage					
		NO		NOx		NO2	
Range		0.5		0.5		0.5	
Over-Ranging		Disabled		Disabled		Disabled	
Offset (V)		0.25		0.25		0.25	
5.0 V Cal		3045		3084		3071	
0.25 V Cal		612		638		638	
20mA Cal *		3076		3076		3076	
4mA Cal *		625		625		625	
Calculation Factors							
Instrument Gain		6.71		P/T/F Correction (NO)		1.02	
Zero Offset (NO)		0.0000		P/T/F Correction (NOx)		1.02	
Zero Offset (NO2)		0.0000		Conv. Efficiency (NO2)		98.41	
Background (NO)		0.11					
Voltages				Pressures			
Conc Voltage (RAW)		1.36		Gas Flow		0.63	
Analog Supply		11.91		Pressure Units		torr	
Digital Supply		4.94		Ambient		760.86	
High Voltage		660.89		Cell		144.80	
				Manifold Pressure		746.91	
				Cal. Pressure		754.73	
				Cal. Pressure 2		746.82	
Temperatures				Serial Communication			
Heater set point		50		Main Gas ID		40	
Cell		50.07		AUX Gas ID		0	
Converter		324.99		RS232 #1		RS232 #2	
Chassis		41.70		Baud		38400	
Cooler		13.00		Protocol		Advanced	
Manifold		49.99					
Digital Pots							
High Voltage Adjust		143		PGA Gain		64	
High Voltage		660.89		Test Measure		0	
Input Pot		104					
Conc Voltage (RAW)		1.36					
Conc Voltage		0.0212					

1. This testing result is traceable to NMI Australia via NATA or NIST laboratories.

2. Calibration gas Ecotech reference: CG-1112 (NOx)

* Current outputs are not factory calibrated.

ID Number

14-1487

Date

4-Sep-14

Service Number

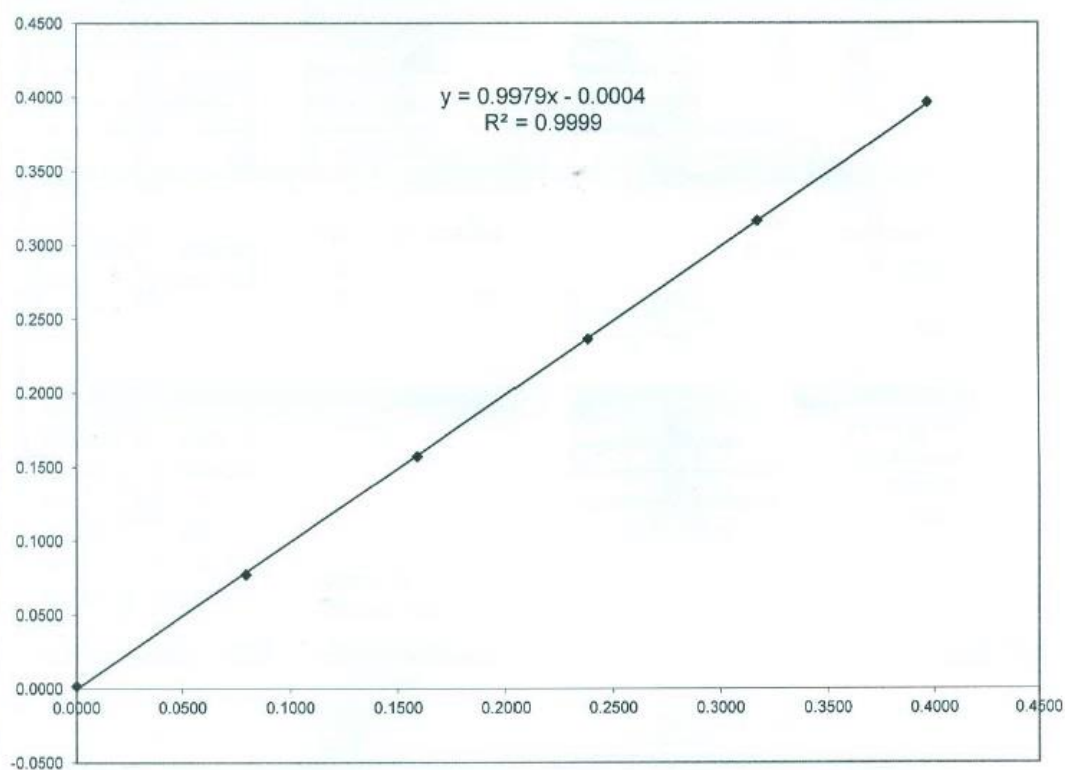
N/A

Engineer Initials

CT

Full Scale ppm

Calibration Point (%FS)	Expected Reading (ppm)	Actual Reading (ppm)	Error (%FS)
0.0	0.0000	0.0015	0.37
20.0	0.0793	0.0772	-0.53
40.0	0.1586	0.1572	-0.35
60.0	0.2379	0.2364	-0.38
80.0	0.3172	0.3163	-0.24
100.0	0.3965	0.3962	-0.08



R2

Gain

Note: Linear line of best fit shall have a gain between 0.99 and 1.01 and a R^2 value greater than 0.998

Pass / Fail

PASS

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE
ANALIZADORES DE GASES SERINUS H₂S
Y SO₂**

ID Number	Date	Service Number	Engineer Initials
14-0369	1-May-14	n/a	PRS

General Settings

Firmware Version	2.19.0001
Concentration Units	ppm
Temperature Units	°C
Pressure Units	torr

Measurement Settings

Average Period	5 mins
Filter Type	Kalman
Gas Measure cycle	5 mins
Background Interval	24 Hrs
Gas to Measure	SO2

Analog Outputs

Output Type	Voltage
	SO2
Range	0.5
Over-Ranging	Disabled
Offset (V)	0.25
5.0V CAL	3094
0.5V CAL	637
20mA CAL*	3076
4mA CAL*	625

H2S	0.5
	Disabled
	0.25
	3158
	660
	3076
	625

Serial Communication

Main Gas ID	51
RS232 #1	RS232 #2
Baud	38400
Protocol	Advanced

Temperatures

Heater set point	50
Converter Set Point	300
Cell	50.00
Converter	300.01
Chassis	36.25
Cooler	13.00

Voltages

Conc Voltage (Raw)	0.32
Reference Voltage	2.37
Analog Supply	11.92
Digital Supply	4.93
High Voltage	709.5

Pressures

Gas Flow	0.69
Pressure Units	torr
Ambient	752.74
Cell	698.64
Cal Pressure	704.04

Calculation Factors

Instrument Gain	7.13
P/T/F Correction	1.01
Background	0.0011

Zero Offset	0.0000
H2S Efficiency	96.40
P/T/F Correction(H2S)	1.07

Digital Pots

High Voltage Adjust	153
High Voltage	709.48
Lamp Adjust	52
Lamp Current	35.19
Input Pot	128
Measure zero	94

Conc Voltage (Raw)	0.32
Conc Voltage	0.00
PGA Gain	128
Reference Zero	0
Reference Gain	21
Reference Voltage	2.37

Notes

SO2 Scrubber Eff	99.2%	Conv. Eff. No scrubber	97.85%
------------------	-------	------------------------	--------

1. This testing result is traceable to NMI Australia via NATA or NIST laboratories.

2. Calibration gas Ecotech reference: CG-1007 (SO2) / CG-1058 (H2S)

* Current outputs are not factory calibrated

ID Number

14-0369

Date

1-May-14

Service Number

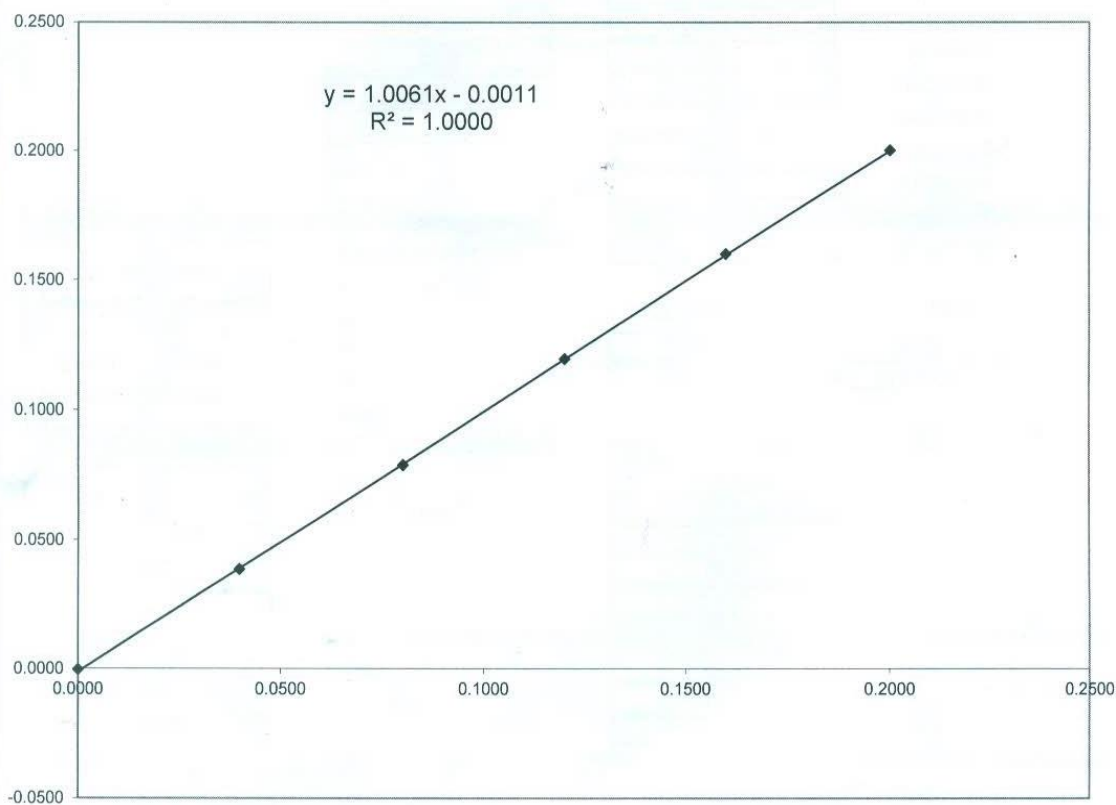
n/a

Engineer Initials

PRS

Full Scale ppm

Calibration Point (%FS)	Expected Reading (ppm)	Actual Reading (ppm)	Error (%FS)
0.0	0.0000	-0.0004	-0.18
20.0	0.0400	0.0386	-0.69
40.0	0.0800	0.0790	-0.50
60.0	0.1200	0.1196	-0.19
80.0	0.1600	0.1601	0.06
100.0	0.2000	0.2003	0.16



R2

Gain

Note: Linear line of best fit shall have a gain between 0.99 and 1.01 and a R^2 value greater than 0.998

Pass / Fail

PASS

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE
ANALIZADORES DE GASES SERINUS CO**

ID Number	Date	Service Number	Engineer Initials
14-0367	11-Apr-14	N/A	CT

General Settings

Firmware Version	2.19.0001
Concentration Units	PPM
Temperature Units	°C
Pressure Units	torr

Serial Communication

Main Gas ID		30
RS232 #1		RS232 #2
Baud	38400	38400
Protocol	Advanced	Advanced

Voltages

Concentration Voltage	1.09
Reference Voltage	3.85
Analog Supply	11.96
Digital Supply	4.94

Temperatures

Heater set point	50
Cell	49.99
Converter	89.95
Chassis	36.19
Mirror	49.99
Cooler Voltage	1.21

Digital Pots

PGA Gain	64
Input Pot	199
Conc. Voltage(Raw)	1.09
Conc. Voltage	0.017
Measure Coarse Zero	182
Measure Fine Zero	112
Reference Voltage	3.85

Measurement Settings

Average Period	1 Min
Filter Type	KALMAN
Background Interval	24 Hrs

Analog Outputs

Output Type	Voltage
Range	50
Over-Ranging	Disabled
Offset	0.25
5.0V Cal	3140
0.25V Cal	656
20mA Cal*	3076
4mA Cal*	625

Pressures

Gas Flow	1.05
Pressure Units	torr
Ambient	749.24
Cell	738.23
Cal Pressure	738.34

Calculation Factors

Instrument Gain	0.99
P/T/F Correction	1.000
Background	0.0047
Zero Offset	0

Source	227
Cooler	45
Cooler Voltage	1.21
Test Pot	0

Notes

1. This testing result is traceable to NMI Australia via NATA or NIST laboratories.
 2. Calibration gas Ecotech reference: CG-1059
- * Current outputs are not factory calibrated

ID Number

14-0367

Date

11-Apr-14

Service Number

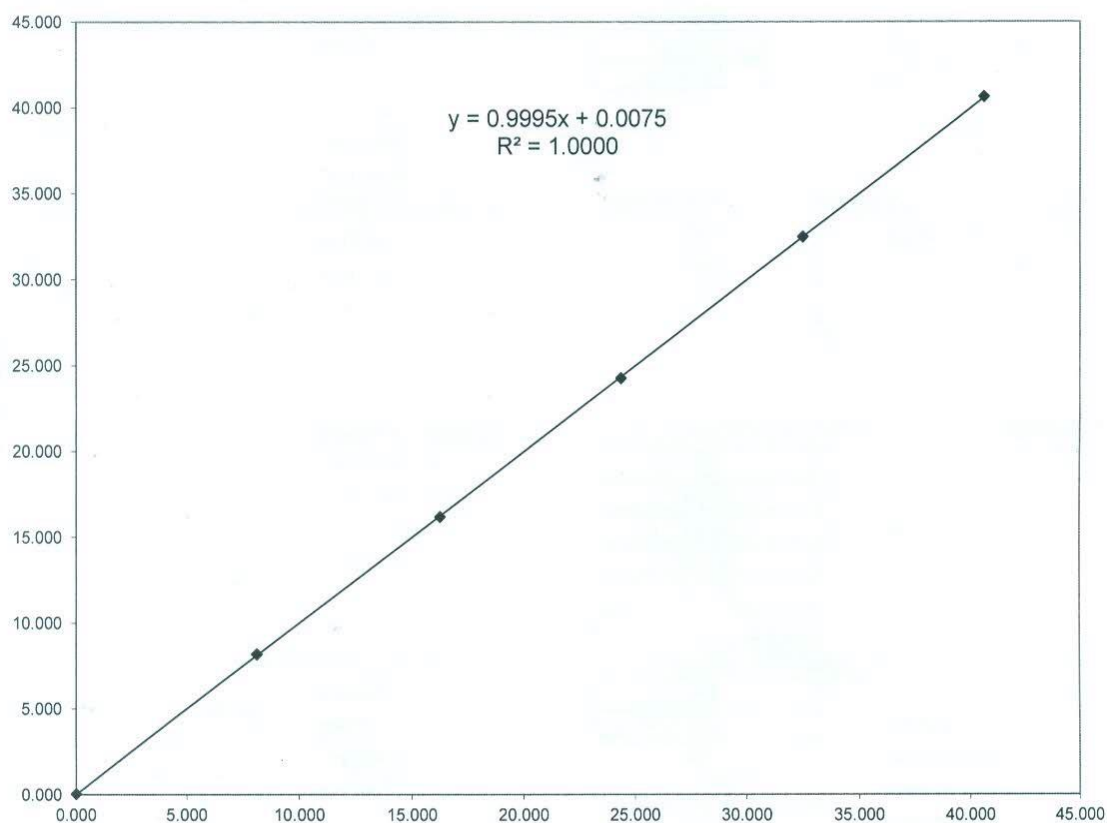
N/A

Engineer Initials

CT

Full Scale ppm

Calibration Point (%FS)	Expected Reading (ppm)	Actual Reading (ppm)	Error (%FS)
0.0	0.000	0.029	0.07
20.0	8.119	8.178	0.15
40.0	16.237	16.183	-0.13
60.0	24.356	24.264	-0.23
80.0	32.474	32.462	-0.03
100.0	40.593	40.642	0.12



R2

Gain

Note: Linear line of best fit shall have a gain between 0.99 and 1.01 and a R^2 value greater than 0.998

Pass / Fail

PASS

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE
ANALIZADORES DE GASES SERINUS O₃**

Serinus 10 O₃ Analyzer Data Sheet

ID Number	Date	Service Number	Engineer Initials
14-0368	3/04/2014	NA	CY

General Settings

Firmware Version	2.19.0001
Concentration Units	PPM
Temperature Units	C
Pressure Units	torr

Measurement Settings

Average Period	1 Min
Filter Type	Kalman

Serial Communication

Main Gas ID	10
RS232 #1	RS232 #2
Baud 38400	38400
Protocol Advanced	Advanced

Analog Outputs

Output Type	Voltage
Range	0.5 ppm
Over-Ranging	Disabled
Offset	0.25 V
5.0V CAL	3133
0.5V CAL	643

Voltages

Concentration Voltage	1.20
Reference Voltage	3.39
Analog Supply	12.01
Digital Supply	4.91

Pressures

Gas Flow	0.49
Pressure Units	torr
Ambient	760.57
Cell	738.61
Cal Pressure	739.04

Temperatures

Lamp	50
Chassis	31

Calculation Factors

Instrument Gain	1.03
P/T/F Correction	0.98
O ₃ Background	0.02
Zero Offset	0.00

Digital Pots

Input Pot	45
Lamp Adjust	152
Test Measure	0
Measure Coarse Zero	93
Measure Fine Zero	86
PGA Gain	64

Conc. Voltage (RAW)	1.20
Conc. Voltage	0.02
Lamp Current	10.07
Reference Voltage	3.39

Notes

--

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE
ANALIZADOR DE FABRICA DE
MUESTREADOR DE MP_{2.5} -
MICROVOL 1100**



ECOTECH

environmental monitoring

MicroVol-1100 Low Flow-rate Air Sampler

**User Manual
Version: 1.6
May 2007**

Tel: (+61) 1300 364 946. Fax: (+61) 1300 668 763.
E-mail: ecotech@ecotech.com.au
Spare Parts parts@ecotech.com.au
Address: **International - Head Office**
1492 Ferntree Gully rd Knoxfield Victoria, 3180, Australia



ECOTECH Quality Procedure

MicroVol 1100 Cal-Test Sheet

Location: S:\ECMicVol\1100\Database\Micro1100 Customer Cal-test sheet.xls

Issued: 20/01/2006

Cal-026 Rev 1.1

ID Number

12-0836

Date

29-May-12

Engineer

JB

1. Factory setting

ID	0
Date format	1
Flow Coeff 0	-1.0000
Flow Coeff 1	1.1763
Temp Coeff 0	0.3810
Temp Coeff 1	0.0181
Temp Coeff 2	0.0007
Press Coeff 0	72.22
Press Coeff 1	168.70
WS Coeff 0	0.0
WS Coeff 1	0.7989
WD Coeff 0	0.00
WD Coeff 1	79.2
Min 12 Volts (Volts)	12
0=RG, 1=WS	1
Instr Type	0

2. Setup

Flow (l/min)	3
Ref Temp (°C)	0
Ref BP (mmHg)	760
S/W Version	V2.13

3. Status

Supply Voltage (Volts)	11.9230
M/S Ratio @ 3lpm without filter	0.4276

4. Functionality Check

RS-232 Communication	OK
Wiring & Plumbing	OK
Set Time & Date	OK
WS/WD interface	OK
Current @ 3lpm without filter(mA)	210

5. Calibration check

Bubble flowmeter	TE-298
Temperature probe	TE-250
Multimeter	TE-143
Power supply	TE-61

Pressure (mmHg)	767.0
Pressure Microvol (mmHg)	767.4
Difference (+/-2) (mmHg)	-0.4

Temperature (°C)	21.5
Temperature Microvol (°C)	21.2
Difference (+/- 0.5) (°C)	0.3

Flow (l/min)	3.03
Flow Microvol (l/min)	3.00
Difference (+/- 0.1) (l/min)	0.03

Note: Refer to service manual for explanation of parameters

Signature