

## **Determinación de los gases contaminantes en fuentes fijas en las empresas embutidos Don Jorge y productos lácteos San Enrique provincia Cotopaxi, Ecuador.**



*Determination of the gaseous pollutants in stationary sources in the companies sausages Don Jorge and dairy products San Enrique province of Cotopaxi, Ecuador.*

Edwin Fernando Basantes Basantes.<sup>1</sup>, Oscar Rene Daza Guerra.<sup>2</sup>, & Laura Susana Cocha Telenchana.<sup>3</sup>

Recibido: 16-05-2019 / Revisado: 19-06-2019 / Aceptado: 10-07-2019 / Publicado: 30-07-2019

### **Abstract**

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.2.1.830>

Industrial development in Ecuador has been expanded without sufficient environmental controls degrading the air quality and affecting the health of the population. The present research had as objective to determine the air pollutants generated by the Companies Don Jorge and Dairy Products to San Enrique in the Canton of Latacunga, Province of Cotopaxi. The gases monitored were O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, and SO<sub>2</sub> with a gas analyzer combustion TESTO 350. The data collected in the Companies: Sausages Don Jorge and Dairy Products San Enrique were treated on the basis of the Technical Standard USEPA and compared with the maximum permissible limits established in the Environmental Rules in Force Ecuador (TULSMA). The results of these companies are divided into two groups: Sources in operation until 2003 and after 2003, as indicated in the environmental standard. The first company

<sup>1</sup> Universidad Estatal Amazónica, Departamento Ciencias de la Tierra, Puyo-Ecuador, ef.basantesb@uea.edu.ec.

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Ambiental, Latacunga-Ecuador, oscar.daza@utc.edu.ec

<sup>3</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias y Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Ambiental, Carrera de Agronomía, Francisco de Orellana-Ecuador, lcocha@epoch.edu.ec.

obtained the 30% to comply with the new permissible pollutant gases, while the second company complies with 42%. The study concluded that the companies under study are causing negative impacts on the air quality of the city and the Province.

**Keywords:** Gas analyzer, air Quality, Boilers, stationary Sources, Boilers, compliance with environmental Regulations.

### **Resumen.**

El desarrollo industrial en el Ecuador se ha expandido sin los suficientes controles ambientales degradando la calidad del aire y afectando a la salud de la población. La presente investigación tuvo como objetivo determinar los contaminantes atmosféricos generados por las Empresas Don Jorge y Productos Lácteos San Enrique del Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi. Los gases monitoreados fueron O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> con el analizador de gases de combustión TESTO 350. Los datos recopilados en las Empresas: Embutidos Don Jorge y Productos Lácteos San Enrique fueron tratados en base a la Norma Técnica USEPA y comparados con los límites máximos permisibles establecidos en la Normativa Ambiental Vigente Ecuatoriana (TULSMA). Los resultados de dichas empresas se las dividieron en dos grupos: Fuentes en operación hasta el 2003 y después del 2003, como indica la norma ambiental. La primera empresa obtuvo el 30% que cumple con los niveles permisibles de gases contaminantes, mientras que la segunda empresa cumple con el 42%. Con el estudio se concluye que las empresas en estudio están causando impactos negativos en la calidad de aire de la ciudad y la Provincia.

**Palabras claves:** Analizador de Gases, Calidad del aire, Calderos, Fuentes fijas, Normativa ambiental.

### **Introducción.**

El Cantón Latacunga dentro del sector industrial y de servicios en los últimos años ha tenido un incremento considerable [15]. Por tal motivo la calidad del aire se ha visto afectada por los porcentajes de gases como el CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>, en el inventario de las emisiones que se generan en las fuentes fijas de combustión. [5] De tal manera se ha visto importante realizar la investigación para determinar el porcentaje de los gases contaminantes que son emitidos a la atmósfera, producto de la combustión de las fuentes fijas [10] [11].

Las empresas monitoreadas son: Embutidos Don Jorge y Productos Lácteos San Enrique. La empresa embutidos don Jorge tiene dos procesos para la elaboración de sus productos los mismos que son de ahumado y cocción; mientras que en la empresa productos Lácteos San

Enrique se dedican a la elaboración de quesos, elaborados de lunes a viernes con una jornada de 8 horas.

Esta investigación tiene un aporte ambiental al determinar en base a sus objetivos los niveles de contaminación emitidos a la atmósfera por las empresas, lo que permitió obtener una base de datos de las concentraciones de los gases contaminantes, producto de las actividades que lo realizan, estos datos fueron comparados con la normativa vigente, con el objeto de desarrollar estrategias de mitigación. Para realizar las mediciones se utilizó el equipo analizador de Gases TESTO 350 el mismo que permite medir O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, datos comparados con los parámetros establecidos en el TULSMA Libro VI, Anexo 3, Tabla 2, Límites máximos permisibles para calderos generadores de vapor (mg/Nm<sup>3</sup>) [13].

## **Metodología.**

### **Área de estudio**

#### **a. Empres Embutidos Don Jorge**

La empresa embutidos Don Jorge, se encuentra ubicada en la Ciudad de Latacunga, Parroquia Eloy Alfaro, Barrio San Rafael.

#### **b. Empresa productos Lacteos San Enrique**

La empresa se encuentra ubicada en la Ciudad de Latacunga, Parroquia Mulaló

### **Protocolo de Muestreo**

Para el monitoreo de los gases contaminantes se aplicó la normativa técnica y administrativa establecida en el Anexo 3 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Norma de Emisiones al aire desde fuentes fijas.

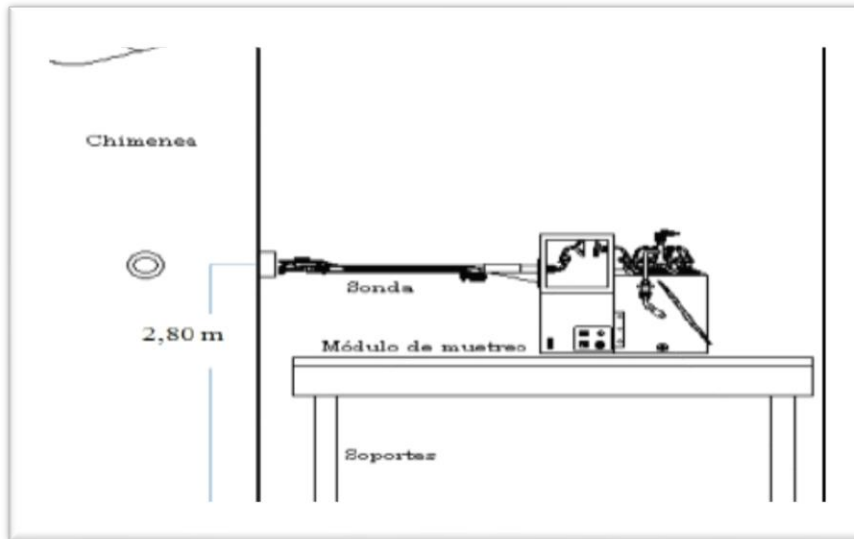
Se utilizó la tabla número 9 sobre métodos de mediciones, manifiesta que para la aplicación de los métodos de monitoreo se basa en el protocolo establecido por la USEPA (United States Environmental Protection Agency) [6] [8].

### **Metodo USEPA**

Dentro del protocolo de la USEPA en su método número 1, para el número de puertos de muestreo, se tomó en cuenta que la empresa Embutidos Don Jorge cuenta con un caldero de vapor, con una chimenea de diámetro de 0.35 m y la empresa Productos Lacteos San Enrique cuenta con un caldero de vapor con una chimenea de un diámetro de 0.30 m, según la normativa las dos empresas deben contar con dos puntos de muestreo por tener diámetro menor a 3,0 m los mismos que deben estar ubicados en un ángulo de 90 grados.

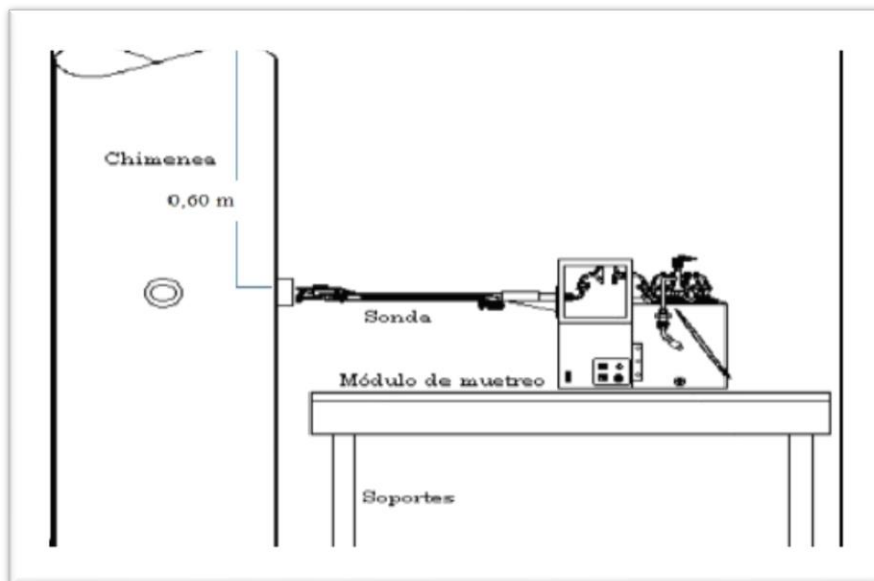
En el método número 2 menciona que para chimeneas con diámetros menores a 3,0 m se debe ubicar el puerto de monitoreo a 8 diámetros de la chimenea corriente abajo o 2 diámetros de chimenea corriente arriba [2].

**Gráfico 1.** Distancia de la medición para la empresa Embutidos Don Jorge



Fuente: USEPA

**Gráfico 2.** Distancia de la medición para la empresa de Lacteos San Enrique



Fuente: USEPA

**Tabla 1.** Distribución de puntos de monitoreo, según la USEPA.

Numeración del punto de muestreo en un	Número de puntos de muestreo en un diámetro					
	2	4	6	8	10	12
1	14,6 m	6,7 m	4,4 m	3,2 m	2,6 m	2,1 m
2	85,4 m	25,0 m	14,6 m	10,5 m	8,2 m	6,7 m
3		75,0 m	29,6 m	19,4 m	14,6 m	11,8 m
4		93,3 m	70,4 m	32,3 m	22,6 m	17,7 m
5			85,4 m	67,7 m	34,2 m	25,0 m
6			95,6 m	80,6 m	65,8 m	35,6 m
7				89,5 m	77,4 m	64,4 m
8					85,4 m	75,0 m
9					91,8 m	82,3 m
10					97,4 m	88,2 m
11						93,3 m
12						97,9 m

**Fuente:** USEPA

- **Tipos de Muestreo**

De acuerdo con el protocolo USEPA, en su método número 5, menciona para realizar monitoreos continuos para los contaminantes como SO<sub>x</sub> (Dióxido de Azufre), NO<sub>x</sub> (Óxido Nítrico) y CO (Óxido de Carbono), se debe registrar los datos máximos cada 5 minutos en cada punto de monitoreo. [2] [7]

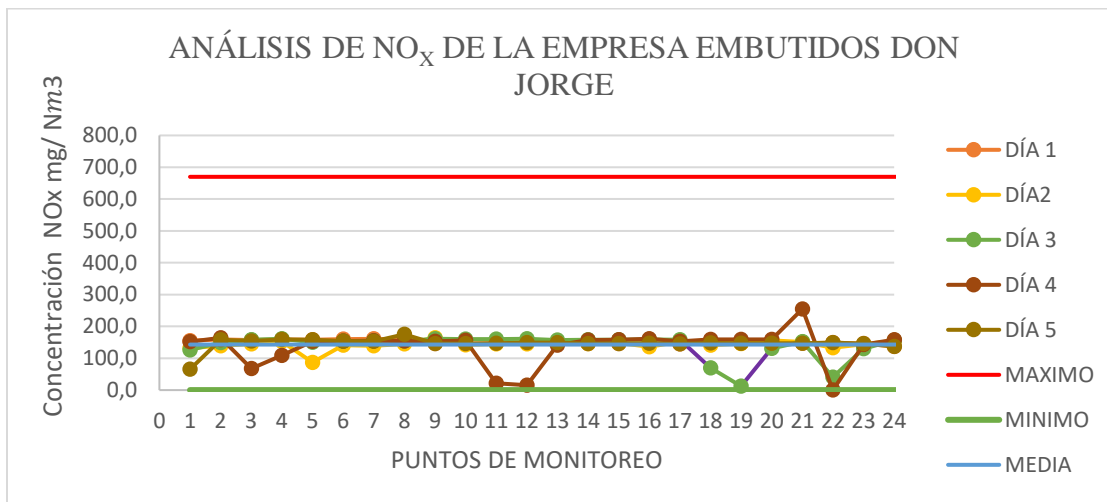
El equipo TESTO 350, midió gases como: ppm CO, % CO, ppm NO<sub>x</sub>, ppm NO, ppm N, ppm SO<sub>x</sub>, como se puede ver en el anexo número 5, para realizar la comparación con la normativa ambiental vigente se debe transformar los valores obtenidos a condiciones normales (mg/Nm<sup>3</sup>) [4] [12].

## Resultados

### **Análisis descriptivo de los resultados de NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> de Empresa Embutidos Don Jorge**

La Empresa Embutidos Don Jorge cuenta con un caldero de vapor de marca BEAUCOUP, con características en su chimenea de un diámetro de 0,35 metros con una altura de 3 metros, con una potencia de 347.000 BTU/h, mismo que entro en funcionamiento en el año 2011 con un consumo total de 30 galones de Diésel al día [1] [3].

**Gráfico 3.** Análisis de NO<sub>x</sub> de la Empresa Embutidos Don Jorge.

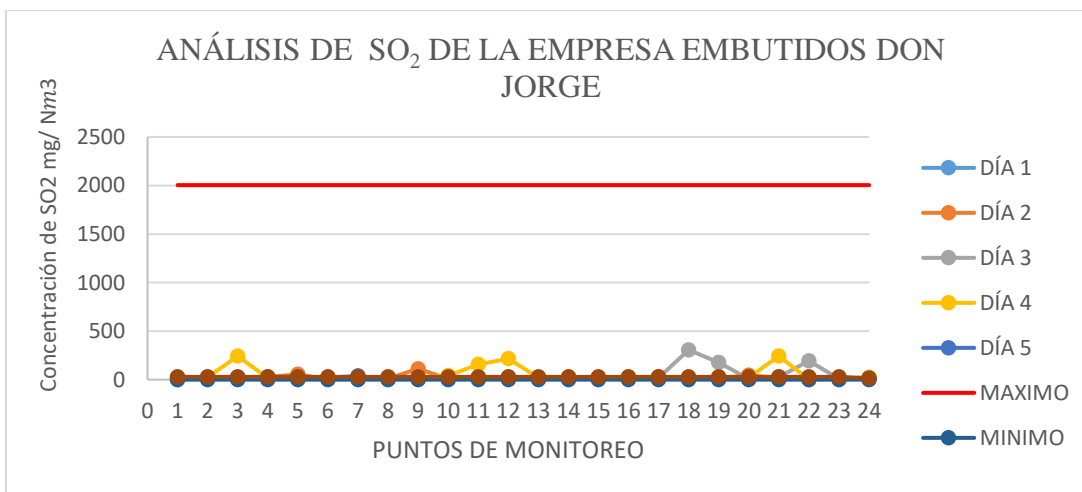


**Gráfico 3.** Análisis de NO<sub>x</sub> de la Empresa Embutidos Don Jorge.

**Fuente:** Elaboración propia

En el gráfico 3, el promedio de NO<sub>x</sub> para el periodo monitoreado en la empresa Embutidos Don Jorge en los 24 puntos es de 143,046 mg/ Nm<sup>3</sup>, no existe diferencia significativa entre las concentraciones de óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) registrados durante los cinco de monitoreo.

**Gráfico 4.** Análisis de SO<sub>2</sub> de la Empresa Embutidos Don Jorge



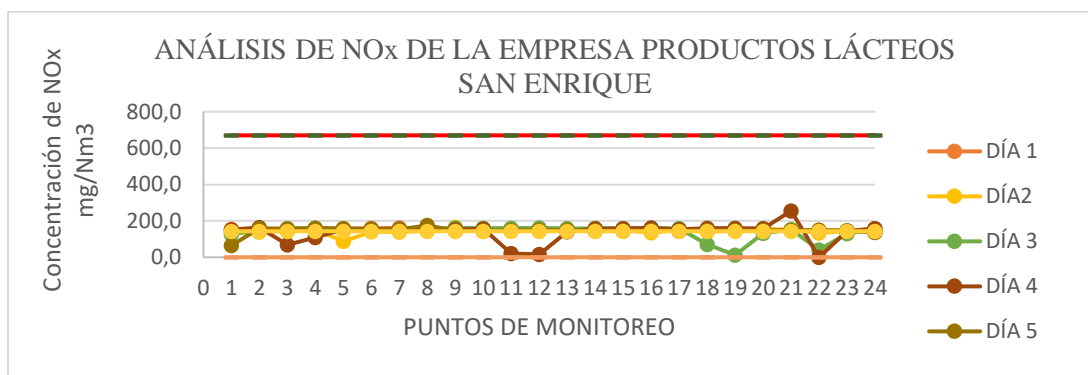
**Fuente:** Elaboración propia

En el gráfico 4, la concentración promedio de SO<sub>2</sub> de la empresa Embutidos Don Jorge, durante los 5 días en que se desarrolló el monitoreo es de 28,424 mg/ Nm<sup>3</sup>, no existe diferencia significativa entre las concentraciones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

### Análisis descriptivo de los resultados de NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> Empresa Productos Lácteos San Enrique

La Empresa Productos Lácteos San Enrique cuenta con un caldero de vapor de marca BEAUCOUP, con características en su chimenea de un diámetro de 0,30 metros con una altura de 2,5 metros, con una potencia de 250.000 BTU/h, mismo que entró en funcionamiento en el año 2011 con un consumo total de 25 galones de diésel al día [1] [3].

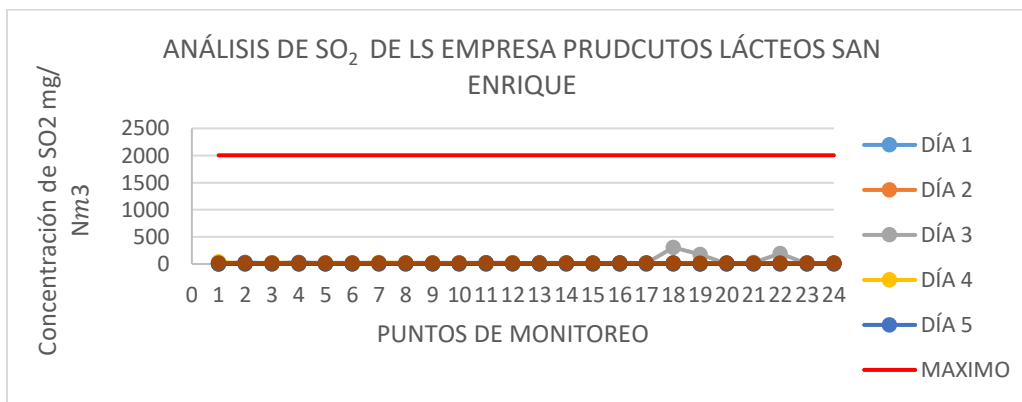
**Gráfico 5.** Análisis de NO<sub>x</sub> de la Empresa Productos Lácteos San Enrique.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 5, el promedio de NO<sub>x</sub> para el periodo monitoreado en la empresa Productos Lácteos San Enrique en los 24 puntos es de 60,282 mg/ Nm<sup>3</sup>. no existe diferencia significativa entre las concentraciones de óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) registrados durante los cinco de monitoreo.

**Gráfico 6.** Análisis de SO<sub>2</sub> de la Empresa Productos Lácteos San Enrique.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 6, la concentración promedio de  $\text{SO}_2$  de la empresa Productos Lácteos San Enrique, durante los 5 días en que se desarrolló el monitoreo es de  $15,269 \text{ mg/ Nm}^3$ , no existe diferencia significativa entre las concentraciones de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ).

### Discusión

El cantón Latacunga en los últimos años ha tenido el incremento considerable en la producción industrial y de servicios [10]. La calidad del aire se ha visto afectada por los porcentajes de gases  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  y  $\text{SO}_2$  [9].

Esta investigación busca determinar la concentración de los gases contaminantes que son emitidos a la atmósfera, producto de la combustión de las fuentes fijas en las empresas: Embutidos Don Jorge y Productos Lácteos San Enrique, se determinó que los resultados se encuentran dentro de los límites permisibles según la normativa TULSMA Libro VI, Anexo 3, Tabla 2 donde establece que para el contaminante  $\text{NO}_x$  su límite máximo permisible es de  $670 \text{ mg/ Nm}^3$ , frente a un valor promedio registrado de  $143,046 \text{ mg/ Nm}^3$  (Ver gráfico 3) y de  $60,282 \text{ mg/ Nm}^3$  (Ver gráfico 5), concentraciones que se encuentran por debajo de la norma de control.

Se determinó la concentración promedio de  $\text{SO}_2$  de la empresa Embutidos Don Jorge, de  $28,424 \text{ mg/ Nm}^3$ , el valor registrado se encuentran dentro de los límites permisibles según la normativa TULSMA Libro VI, Anexo 3, Tabla 2 donde se establece que el límite máximo permisible de  $\text{SO}_2$  es de  $2004 \text{ mg/ Nm}^3$ . (Ver gráfico 4).

Del análisis de  $\text{SO}_2$  emitido por la empresa Productos Lácteos San Enrique durante el período de monitoreo registró un valor medio de  $15,269 \text{ mg/ Nm}^3$  el cual se encuentran dentro de los límites permisibles según la normativa TULSMA Libro VI, Anexo 3, Tabla 2 donde se establece que  $\text{SO}_2$  su límite máximo permisible es de  $2004 \text{ mg/ Nm}^3$ .

De acuerdo a los datos obtenidos se puede indicar que si bien las concentraciones registradas no violan la norma de control, existe una emisión de estos gases los cuales deben ser controlados con procedimientos que permitan minimizar y prevenir episodios de contaminación al aire.

### Conclusiones.

- Los monitoreos se llevaron a cabo en los puertos adecuados provisionalmente en las chimeneas, en las Empresas Embutidos Don Jorge y Productos Lácteos San Enrique, se evidencio que el material de combustión que utilizan es el Diésel para todos sus procesos pudiendo manifestar que las dos empresas poseen el mismo tipo de chimenea.
- Los resultados obtenidos de la Empresa Embutidos Don Jorge, muestran el cumplimiento con los gases monitoreados que fueron  $\text{NO}_x$  es de  $143,046 \text{ mg/ Nm}^3$  y



de  $\text{SO}_2$  es de  $28,424 \text{ mg/Nm}^3$ ; mismos que se compararon con los parámetros establecidos en el TULSMA Libro VI, Anexo 3, Tabla 2 de Febrero del 2015.

- Los resultados obtenidos de la Empresa Productos Lácteos San Enrique, muestran un incumplimiento de los límites permisibles de CO con un valor de  $206,691 \text{ mg/Nm}^3$  y según TABLA 2: Límites Máximos Permisibles de Concentraciones de Emisión para Calderos Generadores de Vapor ( $\text{mg/Nm}^3$ ) de la “Reforma de la Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión” de Febrero de 2015 es de  $200 \text{ mg/m}^3$  determinando que no se encuentra dentro del rango establecido; mientras que los parámetros,  $\text{NO}_x$  es de  $60,282 \text{ mg/Nm}^3$  y de  $\text{SO}_2$  es de  $15,269 \text{ mg/Nm}^3$  con la normativa vigente se encuentran en los rangos permisibles.

### Referencias bibliográficas.

- [1].Acuario, B. (2012). VYC Industrial: Caldera de vapor en la industria alimenticia. Obtenido de VYC Industrial: Caldera de vapor en la industria alimenticia: <http://vycindustrial.com/caldera-vapor-industria-alimenticia/>.
- [2].Boublé, R. Fox Donal, et al. (1990). *Fundamentals at Air Pollution*. 3ª ed. New York - Estados Unidos. Academic Press. pp. 243-362.
- [3].Bahamondes, P. A. (03 de 04 de 2015). ACHS. Obtenido de <http://www.achs.cl/qapub/trabajadores/Capacitacion/CentrodeFichas/Documents/description-de-caldera-y-generadores-de-vapor.pdf>
- [4].Bonilla, Arranza, y Beltheton, A. (2009). Termodinámica de Equipos Industriales. *Eficacia Energética de una Caldera.*, 18-34.
- [5].Bravo, H. Sosa, R. (12 de Abril de 2009). Características de los Contaminantes Atmosféricos. Obtenido de Características de los Contaminantes Atmosféricos: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/036993-I/036993-1.1.pdf>
- [6].CENTRO DE INFORMACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE, C. (199). Técnicas para calcular emisiones de categorías de fuentes únicas en su género en Mexicali. Mexicali: US EPA3. *Técnicas para calcular emisiones de categorías de fuentes únicas en su género*. MEXICALI.
- [7].Figuruelo, J.E. Davila, M.M. (2004). *Química Física del Ambiente y de Procesos Medio Ambientales*. Barcelona – España. Reverte. pp. 1-104.
- [8].Kiely, G. (2000). *Ingeniería Ambiental, Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión*. 1ª ed. Madrid- España. Mc Graw Hill. pp. 453-524.
- [9].Martínez, E. Díaz, Y. (2004). *Contaminación atmosférica*. Cuenca- España. Ediciones de la Universidad de Castilla. pp 13-87.
- [10]. MAE. (18 de Enero de 2012). Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional Exploración Inicial. Obtenido de Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional Exploración Inicial: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/242984/6.+Cuenta+de+Emisiones+al+Aire.pdf/9ffc6202-2c7d-4bef-b3be8133da96dd78;jsessionid=RZBfIKdnP5F0Sq5dm7t9yOS3?version=1.0>

- [11]. MAE. (5 de Junio de 2014). Preocupante situación ambiental en el Ecuador. Obtenido de Preocupante situación ambiental en el Ecuador: [http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Planes-y-Programas-de-ejecucion-2012\\_Agosto.pdf](http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Planes-y-Programas-de-ejecucion-2012_Agosto.pdf)
- [12]. Manual del TESTO 350. (2008). Global Instrumental. Recuperado el 2017, de [https://www.testo.com.ar/resources/media/global\\_media/produkte/testo\\_350/Testo\\_350\\_-\\_Manual.pdf](https://www.testo.com.ar/resources/media/global_media/produkte/testo_350/Testo_350_-_Manual.pdf)
- [13]. Ministerio del Ambiente (MAE). (2010). Plan Nacional de Calidad del Aire. Recuperado el 14 de 05 de 2017, de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/libro-calidad-aire-1-final.pdf>
- [14]. Orozco, et al. . (2003). Contaminación ambiental: Una visión desde la química. Madrid: Ediciones Paraninfo, SA.
- [15]. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. (20 de Enero de 2016). DIAGNOSTICO DEL PLAN DE DESARROLLO DEL CANTÓN LATACUNGA 2016-2019. Obtenido de [ ] DIAGNOSTICO DEL PLAN DE DESARROLLO DEL CANTÓN LATACUNGA 2016-2019:[http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0560000380001\\_PDyOT%20LATACUNGA%201\\_20-04-2015\\_16-06-55.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0560000380001_PDyOT%20LATACUNGA%201_20-04-2015_16-06-55.pdf)

**PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.**

Basantes Basantes, E., Daza Guerra, O., & Cocha Telenchana, L. (2019). Determinación de los gases contaminantes en fuentes fijas en las empresas embutidos Don Jorge y productos lácteos San Enrique provincia Cotopaxi, Ecuador. *Ciencia Digital*, 3(3.2.1), 299-309.

<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.2.1.830>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.

