



FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

“SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR:

Bach. MILIUS GARDINI ARMAS

ASESOR:

ING. JORGE LUIS CARRANZA GONZALES MSc.

IQUITOS, 2018

EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Título: “SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD DEL AIRE”

Miembros del Jurado

Examen de suficiencia profesional aprobada en sustentación pública en la ciudad de Iquitos en las instalaciones del Auditorio de la Oficina General de Bienestar Universitario de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, llevado a cabo el día 23 de Noviembre del 2018, siendo 16:20 horas del día Viernes, siendo los Miembros del Jurado Calificador los abajo firmantes.



ALENGUER GERONIMO ALVA AREVALO
Presidente



ELMER TREVEJO CHAVEZ
Miembro



JUAN ALBERTO FLORES GARAZATUA
Miembro



MIRIAM RUTH ALVA ANGULO
Miembro



ELMER ALBERTO BARRERA MEZA
Miembro



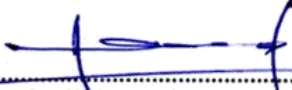
ACTA DE EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL AÑO 2018


En la ciudad de Iquitos, siendo las 15:20 horas, del día Viernes 23 de noviembre del 2018, en el Auditorio de la Oficina General de Bienestar Universitario de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, se reunió el Jurado Calificador del Examen de Suficiencia Profesional Año 2018, designado con Resolución Decanal N° 254-FIA-UNAP-2018, con la presencia del Secretario Académico de la Facultad de Industrias Alimentarias, para dar inicio a la defensa de la Memoria Descriptiva titulado: **“SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD DEL AIRE”**, por la Bachiller **MILIUS GARDINI ARMAS**, con un tiempo de 15 minutos de exposición, 30 minutos de resolución de las preguntas y 15 minutos de deliberación del Jurado Calificador .

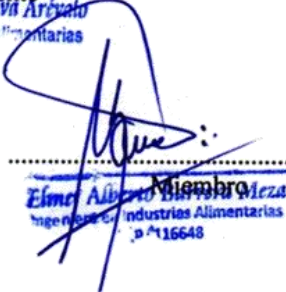
La Bachiller **MILIUS GARDINI ARMAS**, en la primera fase del proceso de titulación por la modalidad de Examen de Suficiencia Profesional, en el examen escrito obtuvo la nota de **14**, la que será sumada y promediada con la nota de la presentación oral y defensa de la Memoria Descriptiva.

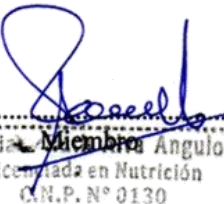
Luego de la deliberación del Jurado Calificador, la Bachiller **MILIUS GARDINI ARMAS**, obtuvo la nota de 15 en la presentación oral y defensa de la Memoria Descriptiva titulada: **“SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD DEL AIRE”**,

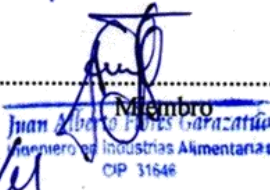
Siendo las 17:15 horas del día Viernes 23 de noviembre del 2018, el Jurado Calificador, conformado por don Alenguer Gerónimo Alva Arévalo, Presidente, don Elmer Trevejo Chávez, don Elmer Alberto Barrera Meza, doña Miriam Ruth Alva Angulo y don Juan Alberto Flores Garazatúa, al consolidar las notas del examen escrito y la presentación oral, con un valor de 50% cada una, tal cual lo establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Industrias Alimentarias en su Artículo 44° incisos a, b, c, d, y e, la Bachiller **MILIUS GARDINI ARMAS** obtuvo la nota de 15 y declaran que, ha aprobado el **EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** con el calificativo de buena y esta acta para iniciar sus trámites administrativos para la obtención del Título Profesional de Ingeniera en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, en fe de lo cual suscriben la presente ACTA en ocho (8) ejemplares. Para constancia firmamos el presente documento;



 Presidente
 Alenguer Gerónimo Alva Arévalo
 Ingeniero en Industrias Alimentarias




 Miembro
 Elmer Trevejo Chávez
 Ingeniero Posgrado
 C.I.P. 15492


 Miembro
 Elmer Alberto Barrera Meza
 Ingeniero en Industrias Alimentarias
 C.P. 116648


 Miembro
 Miriam Ruth Alva Angulo
 Licenciada en Nutrición
 C.N.P. N° 0130


 Miembro
 Juan Alberto Flores Garazatúa
 Ingeniero en Industrias Alimentarias
 CIP 31646


 Asesor
 Jorge Luis Carranza Bonzales
 Ingeniero en Industrias Alimentarias
 CIP 1113

Dedico a mis padres, Vicente Gardini Silva y Lilia Rosaura Armas Perez, quienes me inculcaron principios, valores y apoyo para culminar mi carrera profesional.

Milius Gardini Armas.

Agradecimientos

A Dios, por todas las bendiciones recibidas, por darme la fuerza, el amor y la protección que me brinda cada día.

A mi familia, porque me ha brindado su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A Cada docente de la facultad de industrias alimentarias que ha contribuido con mi formación profesional y personal, desde cada materia y en todas las actividades universitarias.

A mis compañeros y amigos por los momentos compartidos dentro y fuera de la universidad.

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana por darme la oportunidad de culminar satisfactoriamente mis estudios y ser parte de esta gloriosa institución; porque hemos asumido el reto profesional y compromiso con el desarrollo social.

INDICE

	Pág.
Miembros de Jurado.....	ii
Acta de sustentación.....	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento.....	v
Índice.....	vi
Lista de Tablas.....	viii
Lista de Figuras.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. Introducción	01
II. Objetivos	02
2.1. Objetivo general.....	02
2.2. Objetivos específicos.	02
III. Revisión bibliográfica	03
3.1. La calidad del aire.....	03
3.1.1. Índices de calidad de aire	03
3.1.2. CONTAMINACIÓN DEL AIRE DEBIDO AL TRÁFICO.....	04
3.1.3. CONTROL DEL AIRE EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA	05
3.1.4. Datos Generales de la Ciudad de Iquitos.....	06
3.1.5. Factores que determinan la calidad necesaria del aire comprimido.....	07
3.1.6. Aire Comprimido como aire de trabajo y de pilotaje.....	07
3.1.7. El aire comprimido entra en contacto con los alimentos secos	08
3.1.8. Aire comprimido como auxiliar de proceso.....	08
3.1.9. El aire comprimido utilizado en la producción de alimentos debe integrarse en la seguridad alimentaria.....	08
3.1.10. Punto crítico a reflejar en el sistema APPCC	09
3.1.11. Calidad del aire comprimido	10
3.1.12. Aire Limpio y de Calidad	11
3.1.13. Zonas de riesgo de contaminación del aire interior.....	12
3.1.14. Selección de los filtros de aire	12
3.1.15. Normas de la calidad del aire.....	13
3.1.16. El hedor.	14
3.2. La polución del aire.	14
3.2.1. Procesos de combustión.....	14
3.2.2. Emisiones de partículas de polvo.....	15

3.2.3. Contaminantes gaseosos.....	16
3.2.4. Contaminación del aire debida al tráfico.....	16
3.2.5. Contaminantes biodegradables del aire procedente de las granjas.....	17
3.2.6. Factores.....	17
3.2.7. Instalaciones industriales.....	19
3.2.8. Usinas térmicas.....	20
3.2.9. Vehículos con motores de combustión interna.....	20
3.2.10. Normativa internacional sobre la calidad del aire.....	20
3.2.11. En espacios cerrados.....	21
3.3. Indicador de la calidad del aire.....	21
3.3.1. Sistema de Indicadores de la Calidad del Aire (para puertos marítimos colombianos).....	25
3.3.2. Definición de Indicadores de la calidad de aire.....	27
3.4. Sistema de gestión de la calidad del aire.....	28
3.5. Gestión de la calidad del aire.....	30
3.5.1. Calidad del aire en la industria alimentaria.....	30
3.5.2. Suministro de aire durante la manipulación de los alimentos.....	31
3.5.3. Fuentes de contaminación del aire.....	32
3.5.4. Tipos de contaminantes.....	32
3.5.5. El concepto de salas limpias o "cleanrooms".....	32
3.5.6. Control de la calidad del aire.....	33
3.5.7. Uso de filtros.....	33
3.5.8. Filtros terciarios.....	34
3.5.9. Normatividad.....	34
3.5.10. Normatividad para aire comprimido.....	36
3.5.11. Interrelación entre la legislación sobre higiene, los sistemas de gestión de la seguridad de los alimentos y el aire comprimido.....	37
3.5.12. Aplicación del principio de HACCP al aire comprimido.....	38
3.5.13. Fuentes y tipos de contaminación en un sistema de aire comprimido.....	39
CONCLUSIONES.....	40
RECOMENDACIONES.....	41
ANEXOS.....	45
GLOSARIOS DE TÉRMINOS.....	59
Lista de abreviaturas.....	64

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Índice de Calidad de Aire	04
Tabla 2. Indicador de calidad del aire.....	22
Tabla 3. Puntos de quiebre propuestos para la revisión del índice.....	23
Tabla 4. Equivalencias para ozono (O3).....	24
Tabla 5. Equivalencias para Partículas Menores a 10 micrómetros (PM10).	24
Tabla 6. Equivalencias para Partículas Menores a 10 micrómetros (PM10).	25
Tabla 7. La calidad del aire requerido en una sala limpia respecto a la calidad del ambiente exterior es:.....	32
Tabla 8. Un parámetro que puede tomarse como referencia para plantas de alimentos es la clasificación que reporta Fitzpatrick (1994) para las siguientes áreas:.....	33
Tabla 9. El grado de filtración requerido depende en gran medida del producto que se está fabricando. Los sistemas de filtración se dividen en:	34
Tabla 10. El grado de filtración requerido depende en gran medida del producto que se está fabricando. Los sistemas de filtración se dividen en:	36
Tabla 11. Niveles de Estado de alerta para contaminantes críticos.	49
Tabla 12. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.	55

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Sistema de gestión de la calidad del aire.....	29
Figura 2. Análisis HACCP	37
Figura 3. Principio de HACCP al aire comprimido	38
Figura 4. Cronología de la Normativa Ambiental en materia de Aire.....	53
Figura 5. Situación de los Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire.....	54
Figura 6. Fundición de Cobre en Ilo-Perú	56
Figura 7. Congestión del tráfico en una calle de Bangkok.....	57
Figura 8. Depósito de residuos en Lagos; Nigeria.....	58

RESUMEN

El sistema de gestión de calidad del aire nos muestra informaciones activas eficaces de control de calidad del aire en el medio ambiente y para usar en la industria alimentaria; donde la normativa está en ascenso y son cada vez más estrictas, dado que la norma de higiene en el ambiente de producción está directamente relacionada con la seguridad microbiana de los productos acabados; El sistema de gestión del aire permite a las instituciones e industrias a seleccionar la tecnología y métodos que mejoren y se acoplen a sus necesidades, de acuerdo con documentos nacionales del medio ambiente; este uso del sistema es específicamente para el uso ambiental y de control de las industrias de la alimentación y las bebidas, las plantas que procesan alimentos tienen que tener al interior de sus instalaciones frías; el aire acondicionado es una parte importante de la planta. Como resultado de estas implementaciones nos hará mantener una buena salud de la población, colaboradores de industrias y consumidores; sin embargo, para controlar la condensación, el aire exterior debe incorporarse mezclándose dentro del aire acondicionado; este aire exterior debe pasar por filtros para mantener cualquier tipo de contaminante o bacterias alejados de los alimentos. El adelanto de la tecnología llegó a que los filtros puedan bloquear todo tipo de partícula mayor a 10 micrones; con este adelanto la seguridad alimentaria en las industrias se mejoraran.

Palabras claves: Calidad, aire, contaminantes, seguridad, industria.

AIR QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

ABSTRAC

The air quality management system shows us effective active information on air quality control in the environment and for use in the food industry; where the regulations are on the rise and are becoming stricter, given that the hygiene standard in the production environment is directly related to the microbial safety of finished products; The air management system allows institutions and industries to select technology and methods that improve and match their needs, according to national environmental documents; this use of the system is specifically for the environmental use and control of the food and beverage industries, the plants that process food must have the inside of their facilities cold; Air conditioning is an important part of the plant. As a result of these implementations, we will maintain a good health of the population, employees of industries and consumers; however, to control the condensation, the outside air must be incorporated by mixing inside the air conditioning; this outdoor air must pass through filters to keep any type of contaminant or bacteria away from food. The advance of the technology reached that the filters can block all types of particles greater than 10 microns; with this advance the food security in the industries will be improved.

Keywords: Quality, air, contaminants, safety, industry.

I. Introducción

Desde que el hombre descubrió el fuego ha contaminado la atmosfera de nuestro planeta. Desde el siglo XIX cuando se inició el uso del carbón como combustible recién se tomó como una problemática general. Los crecimientos de las industrias traen un mayor consumo de combustibles cada año, que ocasiona más deterioro para la atmosfera.

El efecto invernadero y la merma de la capa de ozono son los factores trascendentales causados por la contaminación del aire. El exceso de dióxido de carbono (CO₂), que emite la quema de combustibles fósiles (petróleo y sus derivados), en los procesos industriales y el uso de productos que contienen cloro-fluoruro-carbonatos (CFC), como aerosoles, refrigeradores, aires acondicionados y calefacciones, hacen que los rayos ultravioletas entren del sol directamente a la tierra y se inicie un periodo de recalentamiento que pueden tener efectos devastadores en los próximos cien años, tales como deshielo en los polos, y en la elevación del nivel del mar que podría desaparecer ciudades completas. (CONAM, 2000)

La atmósfera es la masa gaseosa que envuelve a la Tierra. Por sus características y distancia de la superficie terrestre, se divide en tropósfera, estratósfera, mesósfera y exósfera.

Comprendemos por gestión de la calidad del aire a las acciones a aplicar para obtener la adecuación de los niveles de contaminación atmosférica, cuales quiera que sean las causas que lo ocasionen, que den garantía que las materias o formas de energía, incorporados el potencial de ruidos y ondas, presentes en el aire no involucren molestia grave, riesgo o deterioro próximo o aplazado, para las personas y para los bienes de cualquier naturaleza (ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD, 2018)

En la actualidad el control de los peligros de contaminación de alimentos toma cada vez más importancia. La calidad del aire en el ambiente de una planta y del aire comprimido empleado para los varios procesos es un factor que los productores de alimentos deben considerar como punto importante de control.

II. Objetivos

2.1. Objetivo general.

- Dar a conocer el sistema de gestión de la calidad del aire para proteger con normas al medio ambiente y la salud de la población, dando información de confianza, comparable y representativa.

2.2. Objetivos específicos.

- Aplicar el sistema de gestión de la calidad del aire para las industrias alimentaria con bases de las normas ISOs y de la Organización Mundial de la salud (OMS).
- Proponer modelos de análisis para determinar el grado de contaminación del aire.
- Dar a conocer la importancia del aire en la industria alimentaria.

III. Revisión bibliográfica

3.1. La calidad del aire

La calidad del aire se define como la composición del aire y las diferentes capacidades del aire para las determinadas aplicaciones. (LENNTECH, 2018)

El aire es una composición muy particular y tiene alrededor de mil compuestos distintos. Los elementos principales son el oxígeno, hidrogeno y nitrógeno. Sin los tres elementos, no habría vida en el planeta. Las concentraciones de los diferentes elementos de la composición del aire determinan su calidad. Es por eso, que la calidad del aire se expresa mediante concentración o intensidad de los contaminantes, la existencia de microorganismos, o el aspecto físico (LENNTECH, 2018).

3.1.1. Índices de calidad de aire

El Índice de Calidad del Aire pretende ser la herramienta que permita informar de forma clara, directa y rápida sobre la calidad del aire ambiente y que garantice con efectividad el derecho de los ciudadanos de acceder a la información ambiental.

Índice urbano de calidad del aire: consiste en un valor adimensional calculado a partir de los valores registrados en estaciones de medida, teniendo en cuenta los valores límites establecidos por la legislación europea, el Real Decreto 1073/2002 y los efectos nocivos para la salud de los siguientes contaminantes:

- Dióxido de azufre (SO₂)
- Dióxido de nitrógeno (NO₂)
- Ozono (O₃)
- Monóxido de carbono (CO)
- Partículas PM₁₀

Para cada uno de estos contaminantes se establece un índice parcial, de forma que el peor valor de los cinco definirá el índice global y, por lo tanto, la calidad del aire. La calidad del aire, vendrá definida por el peor de los índices parciales de cada uno de los contaminantes que se conoce como índice global de calidad del aire.

El valor del índice estará comprendido entre 0 y >150, de modo que cuanto mayor sea el índice, peor será la calidad del aire. El valor del índice 0 corresponderá a una concentración nula de contaminante, y el valor 100 estará asociado al valor límite fijado, a partir del cual habría que informar a la población por prevención (Garcia, 2009-2010).

Tabla 1 Índice de Calidad de Aire

ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE		
Valor del índice	Calidad del aire	Color asociado
0-50	Buena	Verde
51-100	Admisible	Amarillo
101-150	Mala	Rojo
> 150	Muy mala	Marrón

Fuente: (Garcia, 2009-2010)

3.1.2. CONTAMINACIÓN DEL AIRE DEBIDO AL TRÁFICO

La contaminación producida por el tráfico, es causada por la utilización de combustibles fósiles, de la gasolina especialmente. Con esto se hace referencia a (automóviles, camiones, camionetas, taxis etc.)

Estos vehículos generan dentro de sus sistemas mecánicos una explosión generando los siguientes contaminantes:

- Óxidos nitrosos NO
- Monóxido de carbono CO
- Dióxido de carbono.

Estos son compuestos orgánicos volátiles y forman también macropartículas debido a su alto grado de industrialización y actividad económica (globalización), presenta datos de ser el 30 – 90% responsable del total de los gases emitidos por todo el tráfico del mundo.

También cabe mencionar que los motores a gasolina con los causantes de emisión de compuestos de plomo, dióxido de azufre, sulfuro de hidrogeno en pequeñas cantidades. No obstante el sistema de frenos de un vehículo posee partes construidas a partir del material amianto, el cual libre pequeñas cantidades del mismo generando contaminación ambiental (Andrés, y otros, 2015).

3.1.3. CONTROL DEL AIRE EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

La polución atmosférica producida por la industria alimentaria suele consolidarse en la cuestión de los olores repulsivos más que en las emisiones tóxicas, con algunas exclusiones. Por esta razón, por ejemplo, cuantiosas ciudades han reglamentado la ubicación de los mataderos en sus normativas sanitarias. El apartamiento es una forma obvia de disminuir las protestas de la comunidad respecto a la fabricación de olores. Ahora bien, con ello no se elimina el inconveniente. En circunstancias es necesario acoger medidas de control, como la inclusión de absorbentes o depuradores. Un motivo de intranquilidad fundamental en el contexto de la salud en las industrias alimentarias es el de las fugas de gas amoníaco de las unidades de refrigeración. Es un elemento que exaspera gravemente los ojos y el aparato respiratorio, y si el escape es importante, pueden pedir la evacuación de los habitantes de la zona. Es necesario tener un plan de control de fugas y de recursos de urgencia. Los procesos alimentarios en los que se utilizan disolventes (p. ej., tratamiento del aceite para consumo humano) pueden despedir vapores de estas sustancias a la atmósfera. Los sistemas cerrados y el reciclado de los disolventes constituyen el método de control más eficaz. Industrias como las del refinado de la caña de azúcar, en las que se utilizan el ácido sulfúrico y otros ácidos, pueden producir a la atmósfera óxidos de

azufre y otros contaminantes. Deben aplicarse dispositivos de control, como los depuradores (BERKOWITZ, 2012)

3.1.4. Datos Generales de la Ciudad de Iquitos

La ciudad de Iquitos, pertenece a la provincia de Maynas, Departamento de Loreto, se localiza a una altitud de 106 m.s.n.m y se encuentra con una superficie territorial de 5,932.25 Km². Su creación data del 07 de Febrero de 1866.

3.1.4.1 Clima

Existen dos estaciones bien marcadas:

- a) Temporada de clima seco
- b) Temporada de lluvias

Temporada de clima seco: Se inicia en el mes de Junio y acaba en el mes de Setiembre es designada también época de merma debida a que el caudal de los ríos a consecuencia de la ausencia de lluvias.

Temporada de lluvias: Se inicia en el mes de Octubre y termina en el mes de Mayo se caracteriza por fuertes lluvias que se desata en cualquier momento del día.

3.1.4.2 Fuentes Principales de la Contaminación en la Ciudad de Iquitos

Fuentes Móviles

- A) Vehículos Motorizados

Las avenidas y las calles principales de la Ciudad de Iquitos, están atadas al desplazamiento de los vehículos menores, principalmente de vehículos del tipo motocarro y motos, así como también los micros, microbuses, camiones

y otros, los cuales solo corresponden una ínfima parte del total de vehículos que circulan por la ciudad.

B) Embarcaciones

Embarcaciones, lanchas, motonaves y deslizadores recorren los principales ríos de la zona, principalmente el Amazonas y el Nanay, cuyos respectivos puertos de Masusa y Bellavista Nanay, están ubicados al norte del centro de la ciudad de Iquitos (Plaza de Armas). Estos puertos sirven como permuta comercial con los distintos puertos ubicados a lo largo de su trayectoria, teniendo una mayor importancia el puerto de Masusa, debido a su ubicación estratégica en la ciudad (DIGESA, 2008)

3.1.5. Factores que determinan la calidad necesaria del aire comprimido

No es necesario apereibir de la misma calidad de aire comprimido en todos los puntos del sistema de producción. Por lo tanto, es necesario disponer de un concepto bien estructurado para que la preparación del aire comprimido sea eficiente. Este concepto debe considerar los requisitos específicos que cada alimento plantea en relación o los sistemas utilizados para su producción. Por lo general es recomendable establecer de una combinación de preparación centralizada y descentralizada del aire comprimido (FESTO, 2013)

3.1.6. Aire Comprimido como aire de trabajo y de pilotaje

En la mayoría de los casos, el aire comprimido se utiliza como aire de trabajo y de pilotaje, por ejemplo, para controlar válvulas, cilindros o pinzas. En este caso es necesario separar las partículas de suciedad incluidas en el aire, únicamente para evitar la corrosión y el desgaste prematuro de los componentes neumáticos. (FESTO, 2013)

3.1.7. El aire comprimido entra en contacto con los alimentos secos

El aire comprimido se utiliza para el traslado, el amalgamado o en general, para la elaboración del alimento, entrando de este modo en contacto directo con este. Dado que se trata de alimentos secos, deben efectuarse criterios más precisos en lo relativo de la humedad del aire (FESTO, 2013)

3.1.8. Aire comprimido como auxiliar de proceso

Si el aire comprimido se utiliza como aire suplente del proceso, por ejemplo, si se usa para el soplado de moldes o si afina contacto natural con los alimentos, la clase de pureza debe ser claramente superior. Sin embargo, eso por lo general solo es necesario en zonas muy específicas. Por lo tanto, en esos casos es aconsejable utilizar un sistema descendente de preparación del aire, directamente junto a la unidad consumidora. De esa manera únicamente se prepara la cantidad necesaria de aire comprimido de mayor calidad, lo que significa que se ahorra energía. Además, si la unidad de preparación de aire se encuentra próxima de la unidad consumidora, se disminuye el riesgo de una restaurada polución, por ejemplo, por partículas de óxido que pueden localizarse en los tubos (FESTO, 2013)

3.1.9. El aire comprimido utilizado en la producción de alimentos debe integrarse en la seguridad alimentaria

El aire comprimido forma parte de gran cantidad de desarrollo dentro de la industria alimentaria, no sólo para impeler el movimiento de la maquinaria sino también, en muchos casos, tiene relación directa con el alimento o con el envase, se utiliza en procesos en que se sopla sobre el producto, al mezclar ingredientes o también puede formar parte de la materia prima.

Aunque pueda no parecerlo, en estos procesos el aire comprimido puede ser un principio de contaminación. El compresor aspira el aire atmosférico para

comprimirlo e inyectarlo en el proceso de producción, por lo que aire, el compresor o la instalación entre el compresor y los puntos de utilización, son potenciales puntos de contaminación.

La calidad del aire que es succionado por el compresor, es decir, su carga de suciedad, humedad, polen, microorganismos, hidrocarburos, etc. determina su potencial contaminante al comprimirlo y aplicarlo en los procesos.

En el caso de los compresores lubricados, que utilizan aceite en el interior de la unidad compresora, es prácticamente inviable evitar que una pequeña parte del aceite de lubricación se traslade en el aire comprimido hacia la instalación. En el caso de los compresores libres de aceite en la zona de compresión, no puede apartar el riesgo de daño, con el consiguiente paso de aceite o la succión de hidrocarburos.

Y, finalmente, también los elementos que integran la instalación pueden ocasionar polución, como es el caso de tuberías en mal estado, recipientes de aire comprimido oxidados, fugas de aire sobre el producto, etc.

En la industria alimentaria, el aire comprimido contaminado tiene resultados peligrosos, como es perjudicar la salud del consumidor. Por eso, el proceso de producción de alimentos y bebidas plantea requisitos especialmente altos en cuanto a la calidad del aire comprimido (INNOVATECLL, 2018)

3.1.10. Punto crítico a reflejar en el sistema APPCC

El aire comprimido que entra en contacto con el producto alimentario debe considerarse como un punto crítico y quedar evidenciado dentro del APPCC de la empresa. Así lo aprecian diversas normas internacionales, como IFS o BRC, en las que se hace referencia a que el aire usado directamente en contacto con el producto se monitorizará para que no suponga un riesgo de contaminación. Sin embargo, no hay directivas contempladas a escala nacional ni internacional, que traten directamente de la aplicación del aire comprimido en el proceso de producción de alimentos.

Dado que la calidad del aire comprimido tiene efectos inminentes sobre la seguridad del producto final, los productores son responsables de controlar la calidad de su aire comprimido. La aplicación del concepto de APPCC conjetura una evaluación continua y persistente para cumplir con los límites implementados según el tipo de aplicación del aire.

El aire comprimido se suele generar en las instalaciones del usuario, con distintos requisitos de calidad para los diferentes ámbitos de uso. Así, es necesario tener en cuenta:

- El lugar de los puntos de contacto del aire con el alimento
- decidir cuál es la calidad que debe tener el aire
- Examinar el aire para conseguir la calidad necesaria
- Automatizar para prevenir contaminación por fallos en la maquinaria
- realizar un mantenimiento periódico del sistema de tratamiento del aire
- registrar y documentar los datos (INNOVATECLL, 2018)

3.1.11. Calidad del aire comprimido

No en todos los usos se requiere el mismo grado de pureza del aire comprimido. Es importante que los fabricantes de alimentos muestren el grado de calidad adecuada para su producto y los equipos apropiados a sus necesidades.

La norma ISO 8573 es vital para los fabricantes a la hora de fijar la calidad del aire comprimido, en función del grado y tipo de polución que tiene. La ISO 8573-1:2010 establece el contenido extremo de impurezas y la medición de las partículas que pueden encontrar en las distintas clases. En el caso del sector alimentario: el aire comprimido no puede trasladar sustancias potencialmente peligrosas a los alimentos.

Es aconsejable hacer auditorias periódicas o constantes del proceso según los parámetros de la ISO 8573 (humedad, partículas y aceite) para evitar riesgos. Estas auditorías tienen importantes ventajas sobre la calidad del

producto, los riesgos a los consumidores y la imagen de la empresa productora de alimentos.

Además, cuando un desperfecto del compresor contagia con aceite la línea de producción, el coste de la limpieza de la instalación (tuberías, válvulas, etc.) es alto, al que hay que sumar los costes por la parada de producción y los gastos por la producción contaminada.

El control directo de la calidad del aire comprimido mediante equipos de medición on line del aceite, humedad y partículas, ayuda a evitar este tipo de peligro (INNOVATECLL, 2018)

3.1.12. Aire Limpio y de Calidad

Las empresas de la industria alimentaria, y todas aquellas que elaboran productos para el consumo humano, deben formalizar con unos altos estándares de calidad en sus procedimientos productivos. En esta orientación, la alta calidad del aire es condición sin la cual no son para todas las empresas que quieran ofrecer alimentos 100% competitivos, de calidad.

El uso de filtros de aire industriales acredita a todas las empresas una higiene inmejorable, evitando la contaminación por microorganismos, polvo y partículas que contaminan del aire que ponen en peligro la seguridad e integridad del alimento.

El aire del interior de las naves industriales debe respetar ciertas obligaciones de temperatura, humedad y concentración de partículas. Una forma de resguardar los productos y a los trabajadores de la empresa. Por esta razón, es oportuno introducir aire fresco del exterior en determinadas cantidades, de una forma adecuada y controlada, usando filtros que aseguren la seguridad y el tratamiento de este aire proveniente de fuera de las instalaciones.

En este conocimiento, es necesario hacer un análisis técnico del diseño de los sistemas de ventilación y de los posibles peligros en clave contaminación atmosférica (VENFILTER, 2018).

3.1.13. Zonas de riesgo de contaminación del aire interior

En este examen técnico es importante comenzar a definir categorías de peligros, de este modo, se puede ejecutar una fragmentación de la planta productiva, según las zonas y el riesgo que conllevan; no es igual el aire de un almacén que el de una cadena de deshuesado avícola, por ejemplo.

Cada sector de la cadena de producción está vinculado con una parte del procesamiento por el cual el producto pasa de ser materia prima a producto final. Congeladores, zonas de manipulación de alimentos, zonas de estuchado y/o empaquetado... cada una de estas áreas están cogidas a diversos peligros y amenazas microbiológicas.

- Zonas de tipo B: son las que tienen un riesgo higiénico normal, aceptable. En estas áreas, se tiene que usar un cuidado del aire precautorio que facilite la contaminación de otras zonas más susceptibles de mayores riesgos.
- Zonas de tipo M: son las que tienen un riesgo medio. Estas deben ser prioritarias y cuidadas como las anteriores, reduciendo riesgos futuros en otras zonas más frágiles.
- Zonas de tipo H: son las zonas de riesgo higiénico alto. En estas áreas es adecuado hacer un buen uso de la filtración del aire para asegurar la calidad del producto (VENFILTER, 2018).

3.1.14. Selección de los filtros de aire

Una vez ubicadas las zonas y los peligros, es el momento de escoger los filtros de aire, con el objetivo de purificar e higienizar la atmósfera interior. Es importante elegir bien, actuando de manera pertinente. Debemos tomar nuestro tiempo y, si tenemos alguna interrogante, acudir con el proveedor de filtros de aire. En este sentido, siempre es admisible que este sea el mismo que los fabrica. De modo que, asegura el mejor asesoramiento posible.

Cuando sea oportuno dividir componentes gaseosos, distintos de polvo y aerosoles, deberán emplearse filtros de fase gaseosa, por ejemplo, de carbono activado u otros sistemas similares, en etapas de filtrado adicionales. Por otro lado, si la concentración de polvo es alta, deberán emplearse sistemas de extracción eficientes.

En cualquier caso, es oportuno el uso de filtros probados y homologados conforme a las normas como la norma EN ISO 16890:2016 o la ISO 9001:2015 por instituciones como Eurovent o Bureau Veritas. (VENFILTER, 2018)

3.1.15. Normas de la calidad del aire.

La calidad del aire es un tema muy importante en el programa de muchas entidades internacionales en estos días. Una es la OMS (Organización Mundial de la Salud), que recomienda normas para los contaminantes del aire que pueden repercutir en la salud. Las Naciones Unidas tratan del tema de la calidad del aire en Agenda 21 y el Comité Económico Europeo ha estado trabajando en una serie de protocolos internacionales. Cada gobierno tiene sus propios estándares para los contaminantes del aire. Estas normas son concentraciones máximas, que pueden estar presentes en el aire. Mientras que esas normas pueden variar mucho entre los distintos países, los gobiernos de diferentes países, por ejemplo, en la Unión Europea, están intentando unificar sus normas de contaminación del aire (LENNTECH, 2018)

3.1.16. El hedor.

Hay maneras en la que se nos plantea a la contaminación del aire tal como es el olor. Cuando podemos detectar una sustancia por su aroma, es porque esta sustancia tiene un olor peculiar. El hedor se descubre como una sustancia la cual es experimentada como desagradable. El hedor no significa necesariamente que el aire esté contaminado con componentes dañinos, pero sí causa molestias. Las molestias en los olores son complicadas de determinar, ya que cada persona experimenta los olores de diferentes formas. Si queremos medir los niveles de olor se utiliza una nariz humana y un aparato ratificador del aire (olfatómetro) (LENNTECH, 2018)

3.2. La contaminación del aire.

Contaminación del aire es la existencia de una o más sustancias en ella, las cuales causan efectos negativos en humanos, animales y plantas, y en la calidad del aire. Las sustancias que varían la composición del aire negativamente y las sustancias en el aire que ocasionan molestias son llamadas contaminación del aire.

Los componentes que generan la contaminación del aire son los óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs) y pequeñas partículas de polvo (LENNTECH, 2018)

3.2.1. Procesos de combustión.

En el proceso de combustión, se liberan contaminantes al aire. Varios de estos provocan problemas ambientales. Un ejemplo de contaminante del aire que es producido durante los procesos de combustión es el dióxido de azufre. Para impedir este problema podemos sustituir a combustibles que contienen menos o nada de azufre. Hemos estado examinando este problema durante mucho tiempo y ya nos hemos pasado al gas natural en vez del fuel oil para las transformaciones energéticas, en la mayoría de los casos.

Otros contaminantes del aire que son emitidos durante los procesos de combustión son los óxidos de nitrógeno. Para detener las emisiones de óxidos de nitrógeno, tenemos que prestar atención a la concentración de oxígeno que se agrega a los procesos de producción. Cuando la concentración de oxígeno supera el límite, el oxígeno y el nitrógeno pueden ocasionar y formar óxidos de nitrógeno. Sin embargo, cuando la concentración de oxígeno es baja, otras sustancias tales como dióxido de azufre pueden ser liberadas al aire.

Para detener la contaminación atmosférica durante los procedimientos de producción, se pueden ajustar medidas técnicas, con el fin de anexar los procesos. Las industrias pueden usar técnicas de producción más limpias, tales como técnicas alternativas de destilación, tratamiento de gases y reducción catalítica selectiva (LENNTECH, 2018)

3.2.2. Emisiones de partículas de polvo.

Para poder prevenir el desprendimiento de partículas de polvo podemos eliminarlas durante el proceso de producción, empleando las fuerzas que actúan sobre ellas. En un tanque de sedimentación las partículas pueden concentrarse bajo la influencia de la gravedad. Este método solo puede ser realizado para partículas de polvo de cierto peso. Para partículas más pequeñas puede ser aplicada fuerza centrífuga en un ciclón. Durante este proceso de circulación las partículas de polvo son enviadas hacia las paredes externas del ciclón, después de lo cual se van por una tubería, para ser contenidas en un tanque. Después de esto las partículas pueden ser sacadas. Para poder separar las partículas de polvo del aire también podemos usar filtros o lavadoras (XAVIER, y otros, 2012)

Los filtros actúan de acuerdo a los tamaños de las partículas, más grandes se fija en el filtro, mientras que el aire atraviesa el filtro. En las lavadoras el aire entra en contacto con gotas de agua. El polvo que está en el aire en ese momento se quedará en las gotas de agua y debido a esto el aire es limpiado (XAVIER, y otros, 2012)

3.2.3. Contaminantes gaseosos.

Los contaminantes gaseosos pueden ser separados del aire por medio de limpieza de gas (eliminación de gas disolviéndolo en un líquido), por absorción en un sólido o transformándolos en otros gases menos dañinos.

Ocasionalmente ciertos polvos o sólidos granulados pueden atraer un contaminante del aire. El aire que requiere ser purificado se recurre a través de un sistema de carbón activo o a través de óxidos de metal. Después los gases pueden ser de nuevo liberados, calentando el absorbente. Algunos gases pueden ser eliminados mediante el calor (LENNTECH, 2018)

3.2.4. Contaminación del aire debida al tráfico.

El tráfico es la mayor fuente de emisión de gases invernadero. Existen una serie de medidas que debemos tomar para evitar las emisiones de polución del aire por el tráfico:

- Los motores de los coches pueden ser renovados, de forma que no emitan contaminantes del aire.
- Es factible poner catalizadores a los tubos de escape de los coches, para disminuir las conglomeraciones de los gases de combustión.
- No solo usar motor basado en diesel o gasolina, podemos usar motores que trabajen con un tipo diferente de energía. Existe la alternativa de hacer funcionar a los coches usando gas, aire caliente, vapor o hidrógeno como combustibles, o usando electricidad, por ejemplo, a través de paneles solares. Todas estas disyuntiva han sido estudiadas y ahora mismo el motor eléctrico parece ser la elección más probable para el futuro (sites.google, 2018)

3.2.5. Contaminantes biodegradables del aire procedente de las granjas

En las granjas se emplea a menudo el estiércol para afianzar que las plantas que el granjero cultiva adquieran todos los nutrientes que necesitan. Sin embargo, este estiércol a menudo hace que pase amoníaco al aire. Cuando este contaminante acaba en el suelo a través del aire, puede causar acidificación y sobre-fertilización.

Existen unas cuantas medidas que podemos tomar:

- Podemos asegurarnos de que pasa menos amoníaco al aire inyectando el estiércol en el suelo, en vez de extendiéndolo directamente en el campo. Purificar el aire en los establos y en los lugares donde se almacena el estiércol también puede prevenir el impacto ambiental.
- Las partículas biodegradables, tales como amoníaco, pueden ser atrapadas en un bio filtro. En un bio filtro ponemos algo de compost (=fertilizante orgánico), mezclado con un relleno. En este material, en una capa mucosa llamada bio film, los microorganismos se volverán activos y empezarán a descomponer los contaminantes.
- Otro método que puede ser aplicado es la limpieza del aire contaminado en una bio lavadora. En una bio lavadora el aire es absorbido por el agua que corre a lo largo de un paquete. Este paquete contiene microorganismos, que pueden transformar los contaminantes aeróbicamente (LENNTECH, 2018)

3.2.6. Factores.

Actualmente los controles y la regulación se han acentuado y la calidad de los combustibles también se ha mejorado. Sin embargo, el tráfico vehicular ha aumentado exponencialmente, distorsionándose en la principal fuente de contagio en las ciudades. A nivel mundial se ha encontrado que las dispersiones de dióxido de carbono provenientes de la combustión del petróleo, el carbón y el gas natural están participando en forma determinante en el aumento de la temperatura global a causa del efecto invernadero. Ahora

bien, los principales orígenes del deterioro de la calidad del aire son los óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, el ozono troposférico (a baja altura, diferente del estratosférico, que es muy provechoso), el monóxido de carbono, los compuestos orgánicos volátiles y las partículas en suspensión (ARTURO HERNANDEZ, 2018)

Las principales causas antrópicas (de origen humano, llamadas también antropogénicas, pero esta palabra no la recoge la RAE) (RAE, Asociación de Academias de la Lengua Española, 2014) de contaminación del aire son:

- Las fábricas o instalaciones industriales sin los filtros apropiados para las emanaciones aéreas.
- Las centrales termoeléctricas.
- Los vehículos con motor de quema interna.
- Las calefacciones de gasóleo, gas natural, carbón o biomasa (EL PLURAL, 2017).

La calidad del aire puede ser comprometida también por causas naturales
Como:

- Erupciones volcánicas.
- Vientos fuertes con conducción de partículas en suspensión.

La lucha contra la contaminación atmosférica se desarrolla en los siguientes
Frentes:

- En el control de las fuentes de contaminación antrópicas y fijación de estándares apropiados para las emisiones.
- En el seguimiento de la calidad del aire y disposición de estándares mínimos, a partir de los cuales se ponen en marcha medidas únicas para limitar las emisiones (EL PLURAL, 2017).

3.2.7. Instalaciones industriales.

Para cada componente contaminante se determina la cantidad máxima que puede ser desmontada en las emanaciones aéreas. Los valores superiores son puestos generalmente por la autoridad nacional que se establece del medio ambiente. Las normativas pueden ser idóneas para todo el territorio nacional, o específicas para algunas regiones en particular, por sus características propias. Las empresas fabricantes de emisiones tienen el compromiso de ejecutar las normativas prescritas. Es obligación de las empresas obtener los respectivos permisos de funcionamiento.

La inspección individual sobre cada uno de los productores de emisiones, y ejecutar la normativa existente, es sumamente primordial. Sin embargo, no es suficiente. En efecto, si en una determinada área existen numerosas industrias que descargan emisiones atmosféricas, aun respetando los límites individuales de emisiones, la calidad del aire puede verse afectada.

Es necesario establecer por ley parámetros que determinen el máximo grado de contaminación admisible. Estos parámetros son de dos tipos:

- Valores límites: indican, para cada sustancia, la cantidad máxima aceptable.
- Valor de guía: indican, para cada sustancia, la cantidad máxima deseable.

En la normativa ambiental nacional se establece sobre quién recae la responsabilidad del seguimiento de la calidad del aire y de los diversos parámetros.

Las plantas industriales que producen emisiones atmosféricas particularmente peligrosas pueden incluso ser restringidas en relación a la localización de las mismas (EL PLURAL, 2017)

3.2.8. Usinas térmicas.

Para lo que se describe a las usinas térmicas, el reglamento generalmente tiene dos aspectos:

- Acotar la emisión de componentes contaminantes.
- Ajustar el uso de agua.

Estos dos aspectos se logran con regulaciones complementarias, y se refieren exclusivamente a usinas termoeléctricas y para plantas ordenadas a la calefacción (EL PLURAL, 2017)

3.2.9. Vehículos con motores de combustión interna.

Los motorizados de explosión son los principales autores de la contaminación del aire en las áreas urbanas. Las normativas que se refieren a este tipo de polución se pueden disponer en dos grupos:

Medidas de urgencia: que marcan límites para consolidar situaciones de alerta y de emergencia. Estos límites pueden aplicar la restricción parcial o total de la circulación.

Medidas preventivas: estas pueden determinar las características técnicas de los modelos de vehículos circulantes, y la descripción de los parámetros individuales de las emanaciones. La normativa concerniente a la calidad del combustible, específicamente en lo que se refiere al contenido de azufre (EL PLURAL, 2017)

3.2.10. Normativa internacional sobre la calidad del aire.

- Directiva de 2008 relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa (2008/50/CE)
- Directiva marco de 1996 sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente (96/62/CE)

- protocolo de Gotemburgo del Convenio sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (LRTAP)
- Directiva sobre techos nacionales de emisión de la UE (2001/81/CE). (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2018)

3.2.11. En espacios cerrados.

El enunciado "calidad del aire" a secas se refiere a lugares abiertos abiertos, pero también es considerable la calidad del aire en espacios cerrados (por ejemplo, oficinas), ya que predomina en la salud de las personas y en la productividad de los trabajadores. Eso sí, en lugares cerrados los contaminantes del aire son distintos, por ejemplo, un porcentaje excesivo de dióxido de carbono, o formaldehídos (PCE, 2018)

3.3. Indicador de la calidad del aire.

El índice de calidad del aire es una guía diseñada para anunciar a la población sobre las condiciones de la calidad del aire, denota que tan contaminado está el aire y cuáles podrían ser los efectos en la salud. Desde 2006, el índice de calidad del aire tiene su soporte en la Norma Ambiental del Distrito Federal NADF-009-AIRE-2006 en donde se establecen los requisitos para su cálculo y difusión.

El índice se mide para cinco de los contaminantes criterio: dióxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ozono y partículas suspendidas; se da a conocer con una escala que va de 0 a >200, donde el valor de 100 se retribuye al valor indicado por la Norma Oficial Mexicana para cada contaminante. Un valor menor a 100 se considera satisfactorio y con un bajo riesgo para la salud. Cualquier nivel superior a 100 implica algún tipo de riesgo para la salud, entre más grande es el valor del índice, mayor es la contaminación y el riesgo.

El objetivo del índice es facilitar el entendimiento del vínculo entre los niveles de polución del aire y las consecuencias en la salud. Con este fin, el índice se fracciona en cinco categorías, cada una corresponde a un intervalo en el índice y señala el nivel de riesgo para la salud. Para simplificar su interpretación cada intervalo se representa mediante un color (Gobierno de la Ciudad de Mexico, 2018)

Tabla 2. Indicador de calidad del aire

CATEGORÍA	INTERVALO	MENSAJE	SIGNIFICADO	RECOMENDACIONES
BUENA	0-50	Sin riesgo	La calidad del aire es satisfactoria y existe poco o ningún riesgo para la salud.	Se puede realizar cualquier actividad al aire libre.
REGULAR	51-100	Aceptable	La calidad del aire es aceptable sin embargo, en el caso de algunos contaminantes, las personas que son inusualmente sensibles, pueden presentar síntomas moderados.	Las personas que son extremadamente sensibles a la contaminación deben considerar limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
MALA	101-150	Dañina a la salud de los grupos sensibles	Quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos en la salud. El público en general usualmente no es afectado.	Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
MUY MALA	151-200	Dañina a la salud	Todos pueden experimentar efectos en la salud; quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos graves en la salud.	Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben evitar el esfuerzo prolongado al aire libre. La población en general debe limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
EXTREMADAMENTE MALA	>200	Muy dañina a la salud	Representa una condición de emergencia. Toda la población tiene probabilidades de ser afectada.	La población en general debe suspender los esfuerzos al aire libre.

Fuente: (Gobierno de la Ciudad de Mexico, 2018)

Tabla 3. Puntos de quiebre propuestos para la revisión del índice.

Índice	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}
0 – 50	0 – 70	0 - 40	0.0 - 12.0
51 – 100	71 – 95	41 - 75	12.1 - 45.0
101 – 150	96 – 154	76 - 214	45.1 - 97.4
151 – 200	155 – 204	215 -354	97.5 -150.4
201 – 300	205 – 404	355 - 424	150.5 - 250.4
301 – 400	405 – 504	425 - 504	250.5 - 350.4
401 – 500	505 – 604	505 - 604	350.5 - 500.4

Fuente: (García, 2009-2010)

El algoritmo para el cálculo del índice es el siguiente:

$$\text{Índice} = (k \times (C - BP_{LO})) + I_{LO} \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$k = \frac{I_{Hi} - I_{LO}}{BP_{Hi} - BP_{LO}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

Índice = valor del índice para el contaminante deseado (O₃, PM₁₀ o PM_{2.5}), calculado con la *Ecuación 1*.

C = valor redondeado para la concentración del contaminante

k = constante de proporcionalidad estimada de acuerdo a la ecuación 2

BP_{Hi} =valor del punto de corte que es mayor o igual a la concentración a evaluar.

BP_{Lo} =valor del punto de corte que es menor o igual a la concentración a evaluar.

I_{Hi} =valor del índice que corresponde al valor de BP_{Hi}

I_{Lo} =valor del índice que corresponde al valor de BP_{Lo}

Tabla 4. Equivalencias para ozono (O3).

Concentración de O ₃ (Promedio de 1h, ppm)	Concentraciones para los puntos de corte (ppm)		Equivalencia en el índice para los puntos de corte		k	Categoría
	BP _{Hi}	BP _{Lo}	I _{Hi}	I _{Lo}		
0.000 - 0.070	0.07	0	50	0	714.29	BUENA
0.071 - 0.095	0.095	0.071	100	51	2041.67	REGULAR
0.096 - 0.154	0.154	0.096	150	101	844.83	MALA
0.155 - 0.204	0.204	0.155	200	151	1000.00	MUY MALA
0.205 - 0.404	0.404	0.205	300	201	497.49	EXTREMADAMENTE MALA
0.405 - 0.504	0.504	0.405	400	301	1000.00	
0.505 - 0.604	0.604	0.505	500	401	1000.00	

Fuente: (García, 2009-2010)

Tabla 5. Equivalencias para Partículas Menores a 10 micrómetros (PM10)

Concentración de PM ₁₀ (Promedio móvil de 24h)	Concentraciones para los puntos de corte (µg/m ³)		Equivalencia en el índice para los puntos de corte		k	Categoría
	BP _{Hi}	BP _{Lo}	I _{Hi}	I _{Lo}		
0 - 40	40	0	50	0	1.2500	BUENA
41 - 75	75	41	100	51	1.4412	REGULAR
76 - 214	214	76	150	101	0.3551	MALA
215 - 354	354	215	200	151	0.3525	MUY MALA
355 - 424	424	355	300	201	1.4348	EXTREMADAMENTE MALA
425 - 504	504	425	400	301	1.2532	
505 - 604	604	505	500	401	1.0000	

Fuente: (García, 2009-2010)

Tabla 6. Equivalencias para Partículas Menores a 10 micrómetros (PM10).

Concentración de PM _{2.5} (Promedio móvil de 24h)	Concentraciones para los puntos de corte (µg/m ³)		Equivalencia en el índice para los puntos de corte		k	Categoría
	BP _{Hi}	BP _{Lo}	I _{Hi}	I _{Lo}		
0.0 - 12.0	12	0	50	0	4.1667	BUENA
12.1 - 45.0	45	12.1	100	51	1.4894	REGULAR
45.1 - 97.4	97.4	45.1	150	101	0.9369	MALA
97.5 - 150.4	150.4	97.5	200	151	0.9263	MUY MALA
150.5 - 250.4	250.4	150.5	300	201	0.9910	EXTREMADAMENTE MALA
250.5 - 350.4	350.4	250.5	400	301	0.9910	
350.5 - 500.4	500.4	350.5	500	401	0.6604	

Fuente: (García, 2009-2010)

3.3.1. Sistema de Indicadores de la Calidad del Aire (para puertos marítimos colombianos)

La calidad del aire en las áreas cercanas a los puertos necesita un monitoreo constante y autorizado de un conjunto de variables que sirven para distinguir los riesgos afiliados a las otras actividades que allí se realizan la normativa ambiental vigente en Colombia establece topes admisibles para los contaminantes atmosféricos.

La construcción de un sistema de indicadores ambientales en áreas portuarias requiere una visión integral de los medios físico, biótico y social. Específicamente en el medio físico, se puede incluir los componentes suelo, aire, agua dulce y sedimentos, océano, geomorfología y operaciones portuarias, tal y como se hizo en el marco del estudio Diseño de un Programa de Seguimiento Ambiental Permanente del Estado de los Recursos Naturales en varias Áreas Portuarias del País, presentado por la Universidad Nacional de Colombia al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT, en el año 2009. El análisis concerniente a la gestión de la calidad del aire se ciñó al esquema planteado en el primer artículo de esta revista, de Osorio y Quintana, el cual consiste en tres etapas básicas: diagnóstico de las

condiciones ambientales afectadas por el puerto; identificación de impactos, amenazas y vulnerabilidad; y definición de los indicadores requeridos para poner en marcha el Plan de Monitoreo. Los puertos considerados en este estudio se clasificaron en dos grupos: puertos mono propósito, con cargas de un solo tipo, por ejemplo carbón o clinker, como Puerto Bolívar y Colclinker; y puertos multipropósito, destinados al embarque y desembarque de diferentes tipos de carga, como los de las Sociedades Portuarias de Santa Marta y Buenaventura, donde las condiciones de riesgo ambiental asociadas a la operación del puerto son relativamente más complejas si se las compara con las correspondientes a los puertos del primer grupo. Antes de adentrarnos en el tema de los indicadores, y de un modo muy sintético, conviene decir que el diagnóstico de los sistemas de monitoreo meteorológico, de la calidad del aire y de producción de ruido en los nueve puertos colombianos considerados en este estudio, mostró el cumplimiento sólo parcial de la normativa nacional que aplica para tales casos. En otras palabras, se observaron falencias en la dotación, ubicación y mantenimiento de algunos equipos de medición, así como deficiencias en el monitoreo de algunas especies contaminantes, vacíos en la documentación que debe acompañar los ejercicios de modelación de la dispersión atmosférica y, lo que es muy importante, problemas de manipulación de la información por parte de todas las instituciones que participan en el sistema actual. Sin embargo, se pudo constatar el esfuerzo que hacen algunos puertos para mantener un control eficiente de las condiciones ambientales que afectan o pueden poner en riesgo las poblaciones vecinas a las áreas portuarias (SISTEMA DE INDICADORES DE AIRE, 2010)

El Protocolo de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia (MAVDT, 2008) define cinco (5) categorías de indicadores de la Gestión de la Calidad de Aire, a saber: (1) Presión, (2) Estado, (3) Respuesta, (4) Exposición y (5) Salud. No obstante, el presente trabajo sólo plantea propuestas en relación con las primeras cuatro categorías, dejando un poco de lado los indicadores de salud, pues el MAVDT consideró, en su momento, que éstos eran temas de directa

competencia de las autoridades de salud (Ministerio de la Protección Social de Colombia). Por supuesto, dado que el tema de la salud no puede quedar completamente al margen del sistema de monitoreo ambiental, en coordinación con el grupo encargado del componente social para el estudio en cuestión, se diseñó un indicador de salud para las poblaciones ubicadas dentro del área de influencia de las zonas portuarias (SISTEMA DE INDICADORES DE AIRE, 2010)

3.3.2. Definición de Indicadores de la calidad de aire

Los aspectos técnico científicos que componen la gestión de la calidad del aire, en el área de especies contaminantes, son, sin orden específico: inventarios de emisiones, monitoreo de contaminantes, modelación de la dispersión. La actual legislación y normativa ambiental portuaria del país incorpora estos tres aspectos y el Sistema de Vigilancia debe fijar metas concretas para la mejora continua de estos indicadores, como única herramienta para abordar una situación que es objeto permanente de gestión e investigación a nivel nacional e internacional. Los indicadores iluminan y reflejan las directrices conceptuales y operativas necesarias para preservar y mejorar las condiciones ambientales en las áreas portuarias.

Por otra parte, el MAVDT y el IDEAM han establecido un conjunto de manuales y protocolos de diseño y gestión donde se especifican las metodologías y técnicas válidas para el monitoreo de la calidad del aire respecto a especies contaminantes y ruido ambiental. Los protocolos incluyen guías para el manejo y reporte adecuado de información, desarrollo de inventarios de emisiones, equipos a utilizar, reporte de mantenimiento y calibración de los mismos, entre otros. La construcción de los indicadores se ciñe al siguiente marco normativo de carácter general:

- Norma Técnica Colombiana 3704. Determinación de la Concentración de Partículas Suspendidas en el Aire Ambiente. 1995.

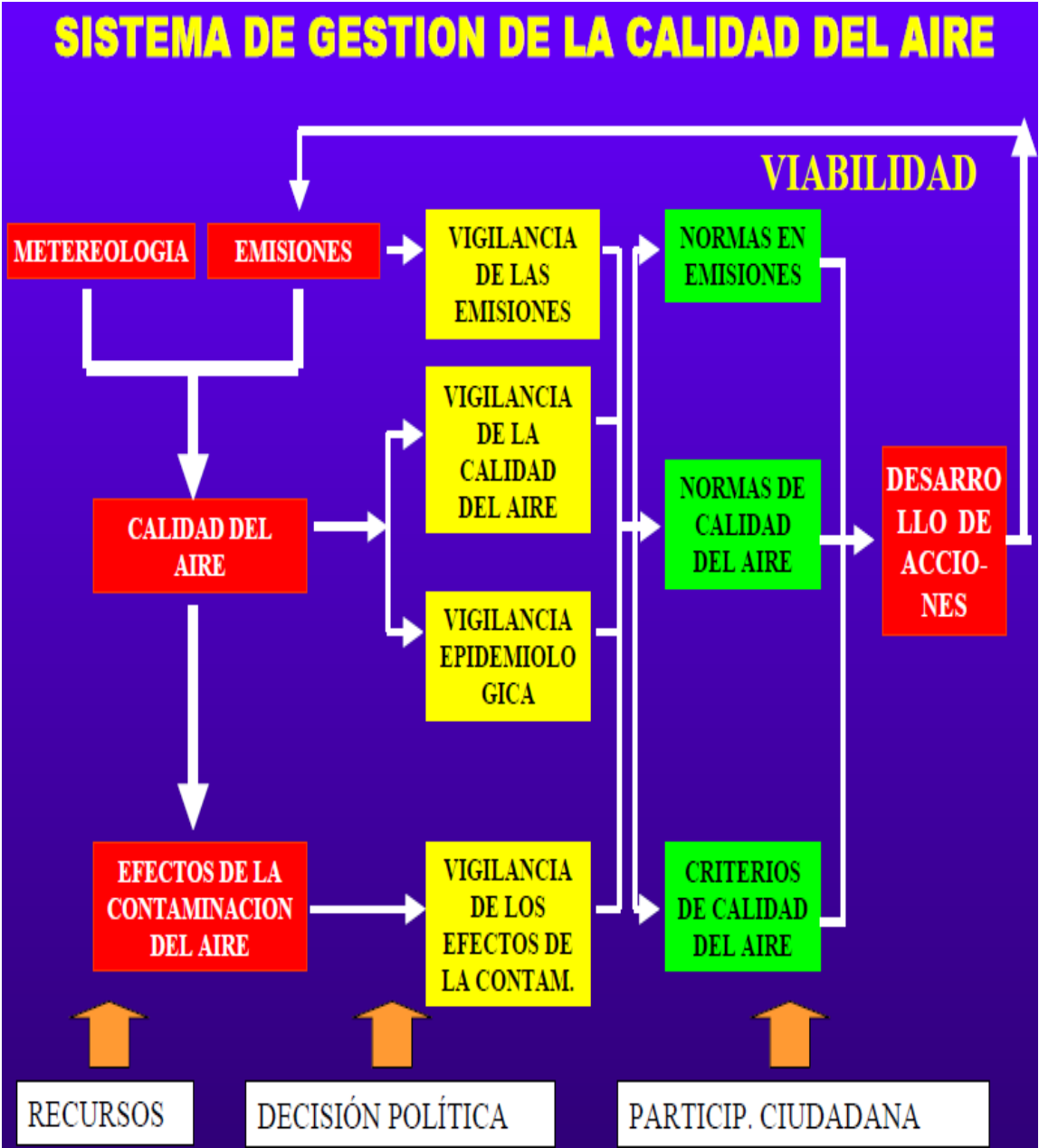
- Documento de Análisis e Interpretación de Datos de la Calidad del Aire. IDEAM, 2005.
- Lista de Laboratorios Ambientales Aceptados por el IDEAM, según Resolución 0292 y Decreto 2570, de 2006.
- Variables del Sistema de Información sobre Calidad del Aire (SISAIREIDEAM) y procedimientos para validar la información generada por las redes de calidad del aire. De este modo, la selección de indicadores se apoyó en el Protocolo de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire del MAVDT (2008), el cual define cinco (5) categorías que brindan herramientas e información para la Gestión de la Calidad de Aire: presión, estado, respuesta, exposición y salud. Sin embargo, aquí se propone utilizar sólo las variables de contaminación, presión, respuesta y exposición, las que sirvan para construir los indicadores específicos de la calidad del aire (SISTEMA DE INDICADORES DE AIRE, 2010)

3.4. Sistema de gestión de la calidad del aire

La gestión de la calidad es un grupo de actividades a través de las cuales se determina e implanta la política de calidad, que incluye a su vez: el establecimiento de los objetivos de calidad, el reconocimiento de los procesos indispensables para el sistema de gestión de la calidad, la precisión e interacción de estos procesos, la especificación de los criterios y métodos para el control eficiente de dichos procesos, la asignación de recursos, y el compromiso de la mejora continua de estos procesos (DECANINI, 1997)

La implementación de la gestión de la calidad puede basarse en distintos criterios o filosofías de calidad como las de Japón o de la Organización Internacional de Estándares. (UNI, 2010)

Figura 1. Sistema de gestión de la calidad del aire.



Fuente: (UNI, 2010).

3.5. Gestión de la calidad del aire

Hay muchas causas que dañan la calidad del aire que respiramos como, por ejemplo, la presencia de elementos contaminantes como gases o partículas producidas de manera natural o por acciones desarrolladas por el hombre.

El incremento económico que tiene el país en los últimos años requiere un mayor uso de energía, recursos y servicios por parte de la población e industrias, representando la emisión de contaminantes del aire y gases que modifican la calidad del aire dañando la salud de la población comprometida, produce daños en el ambiente (flora, fauna y ecosistemas) y el desgaste de bienes como los edificios, monumentos y otras estructuras.

Por ello que en el Perú, la calidad del aire se centra en el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental de Aire (ECA Aire), que decretan niveles objetivo para la presencia de contaminantes en el aire, de modo que al sostenerse bajo estos niveles no muestran riesgo a la salud de la población ni al ambiente.

La Gestión de la calidad el aire que viene realizando el Ministerio del Ambiente tiene en cuenta a los contaminantes atmosféricos de tipo químicos (gases y partículas) y físicos (ruido y radiaciones no ionizantes, los cuales de hallarse en exceso, en referencia a los ECA, son nocivos al ambiente y por relación a la salud de las personas (MINAM, 2016)

3.5.1. Calidad del aire en la industria alimentaria

Las empresas dedican mucho tiempo y dinero para mantener sus alimentos libres de contaminación y muchas veces no tienen en cuenta que la filtración y circulación de aire adecuado son fundamentales para la seguridad alimentaria y para mantener la inocuidad de su producto final.

Los detectores de metales y máquinas de rayos X se utilizan ampliamente para retirar los huesos, fragmentos de metal y otros contaminantes. Se toman

otras medidas que ayudan a prevenir la contaminación en un nivel microscópico, algunos de estos pasos eliminan los patógenos de la superficie de los productos cárnicos y otros productos alimenticios previniendo la contaminación de los productos causada por el aire.

Cualquier planta de procesamiento de carne tiene que preocuparse por mantener el interior de la instalación fría, por lo que el aire acondicionado es una parte importante de la planta. Sin embargo, para controlar la condensación, el aire exterior debe incorporarse mezclándose dentro del aire acondicionado. Este aire exterior debe pasar a través de filtros, para mantener cualquier tipo de contaminante o bacterias alejados de los alimentos.

El mantenimiento del flujo de aire positivo es un paso clave para la buena calidad del aire. Si la presión del aire en el edificio es más alta que el de fuera, el aire no entra en la instalación a través de grietas o una puerta abierta. Cuando se abre una puerta, el aire debe soplar hacia fuera para prevenir que ningún tipo de contaminantes sople hacia adentro y pueda contaminar el interior (GAZDZIAK, 2010)

3.5.2. Suministro de aire durante la manipulación de los alimentos.

El aire es un elemento que se suministra durante la fabricación de alimentos para las siguientes funciones:

- Asegurar una ventilación adecuada con flujos de aire en las diferentes áreas de una planta de alimentos.
- Como aire comprimido para el funcionamiento de algunos equipos como líneas de empacado, sellado, lecho fluidizado, etc.
- Como ingrediente en algunos procesos: carbonatación de bebidas, sistemas de aireación para procesos de fermentación, envasado aséptico, productos aireados, etc (INTEC, 2018)

3.5.3. Fuentes de contaminación del aire.

En una planta de alimentos la inoculación del ambiente puede venir del aire exterior o del suministro de aire comprimido utilizado para los diferentes procesos, en donde la contaminación también proviene de la toma del aire del ambiente y del propio compresor (STRAUSS, 1990)

3.5.4. Tipos de contaminantes.

Los contaminantes más comunes en el aire son: partículas de suciedad, óxido de metales, hollín, polen, cristales de sal, vapor de agua, vapor de aceite y microorganismos.

3.5.5. El concepto de salas limpias o "cleanrooms".

De acuerdo al estándar ISO 14644-1:1999, el término de "cleanroom" o sala limpia es un área en la que se controla la concentración de partículas en el aire, y que se construye y se utiliza de tal manera que reduce al mínimo la introducción, generación, y la retención de las partículas dentro del área. También se controlan otros parámetros pertinentes, por ejemplo, temperatura, la humedad, y la presión, según sea necesario (INTEREMPRESAS, 2018)

Tabla 7. La calidad del aire requerido en una sala limpia respecto a la calidad del ambiente exterior es:

CALIDAD DEL AIRE EXTERIOR	CALIDAD DEL AIRE EN UNA SALA LIMPIA
35 millones de partículas por m ³ en un intervalo de tamaño de 0,5 μ a más grandes de diámetro.	ISO no permite ninguna partícula en ese rango de tamaño y sólo 12 partículas por m ³ de 0,3 μ y/o más pequeñas.

Fuente: (IDEA FSI, 2013)

El término de sala limpia es muy aplicado en la industria farmacéutica donde se requieren mayores niveles de pureza. En la industria de los alimentos y bebidas no hay valores de referencia establecidos para una sala limpia. La aplicación del término sala limpia deberá estar basado para cada proceso en particular y con base en los resultados derivados de un análisis de riesgos (INTEREMPRESAS, 2018)

Tabla 8. Un parámetro que puede tomarse como referencia para plantas de alimentos es la clasificación que reporta Fitzpatrick (1994) para las siguientes áreas:

ÁREAS DE SERVICIO	ÁREAS DE PROCESOS GENERALES	ÁREAS DE ENVASADO Y EMPAQUE
Clase 8	Clase 7	Clase 5

Fuente: (IDEA FSI, 2013)

3.5.6. Control de la calidad del aire.

El control de la calidad del aire debe basarse en mecanismos que aseguren un nivel "aséptico" del mismo, tanto del que forma parte del ambiente interno, como del que proviene de los equipos utilizados en el proceso aire comprimido (MUNDO COMPRESOR, 2018).

3.5.7. Uso de filtros.

Para el control de calidad del ambiente los métodos más utilizados son de tipo barrera por medio de filtros, donde las partículas de polvo y la mayoría de los microorganismos son capturados y retenidos. Otros métodos incluyen la ozonificación, empañamiento químico y la radiación UV.

Tabla 9. El grado de filtración requerido depende en gran medida del producto que se está fabricando. Los sistemas de filtración se dividen en:

FILTROS PRIMARIOS	FILTROS SECUNDARIOS	FILTROS TERCARIOS
Se utilizan para proteger los sistemas mecánicos que se utilizan para la circulación de aire.	Se utilizan para eliminar las partículas más pequeñas del aire de acuerdo a los niveles requeridos para cada proceso.	Se utilizan en áreas donde se requiere el máximo control de partículas.

Fuente: (IDEA FSI, 2013)

3.5.8. Filtros terciarios.

Para el área de procesamiento de alimentos, los filtros recomendados son los terciarios, que se refiere a los Filtros de Partículas de Aire de Alta Eficiencia:

- HEPA (High Efficiency Particular Air): Los filtros HEPA tienen el 99,97% de eficiencia para la remoción de partículas de 0,3 µm de diámetro o mayores.
- ULPA (Ultra Low Penetration Air): tienen un 99,9995% de eficiencia para la remoción de partículas de 0,12 µm de diámetro o mayores.

3.5.9. Normatividad.

- The Institute of Environmental Sciences and Technology (IEST) recomienda el uso de filtros HEPA y ULPA en su normativa: IEST-RP-CC021, IEST-RP-CC023 y IEST-RP-CC034.
- La FDA establece los requerimientos para el tratamiento del aire en plantas de alimentos en su apartado 21 CFR110 alineado a los requerimientos de ISO e IEST.

Para asegurar la calidad del aire comprimido también es necesario instalar barreras (filtros). Estos incluyen:

Filtros de entrada: Se colocan como una primera defensa, éstos deben monitorearse rutinariamente y reemplazarlos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Filtros coalescentes: Se utilizan para eliminar eficazmente residuos de agua (humedad), contaminantes sólidos de combustibles y aceites lubricantes. Se utilizan en las salidas finales de compresores para los distintos procesos donde se requiere el aire comprimido.

Filtros de aire estéril. Se utilizan para el contacto directo con la superficie de los alimentos, están diseñados para eliminar todos los microorganismos viables presentes en el aire a 99.9999 % de eficiencia para partículas de 0.01 micras.

Estos filtros se aplican en procesos donde se requiere una calidad de aire estéril como es en los procesos de:

- Saturación/presurización de tanque.
- Inyección de aire usado en productos a base de agua.
- Procesos asépticos.
- Envasado aséptico.
- Tanques de incubación.
- Tanques de maduración.
- Fuerza motora para ingredientes.
- Tanques de ventilación.

Safe Quality Food (SQF) es el primer sistema de certificación reconocido por la Iniciativa Global de Seguridad Alimentaria (GFSI), que ha comenzado oficialmente a exigir el monitoreo de la calidad del aire en el proceso de fabricación de alimentos en los Estados Unidos.

3.5.10. Normatividad para aire comprimido.

La calidad del aire comprimido empleado en la industria alimentaria, especialmente cuando es utilizado como ingrediente, o en superficies de contacto directo con alimentos, es considerada como un punto crítico de control (PCC) bajo los estándares de HACCP. Cuatro principales organizaciones han emitido las guías de referencia donde se establecen los requisitos de la calidad del aire comprimido (MUNDO COMPRESOR, 2018)

Tabla 10. El grado de filtración requerido depende en gran medida del producto que se está fabricando. Los sistemas de filtración se dividen en:

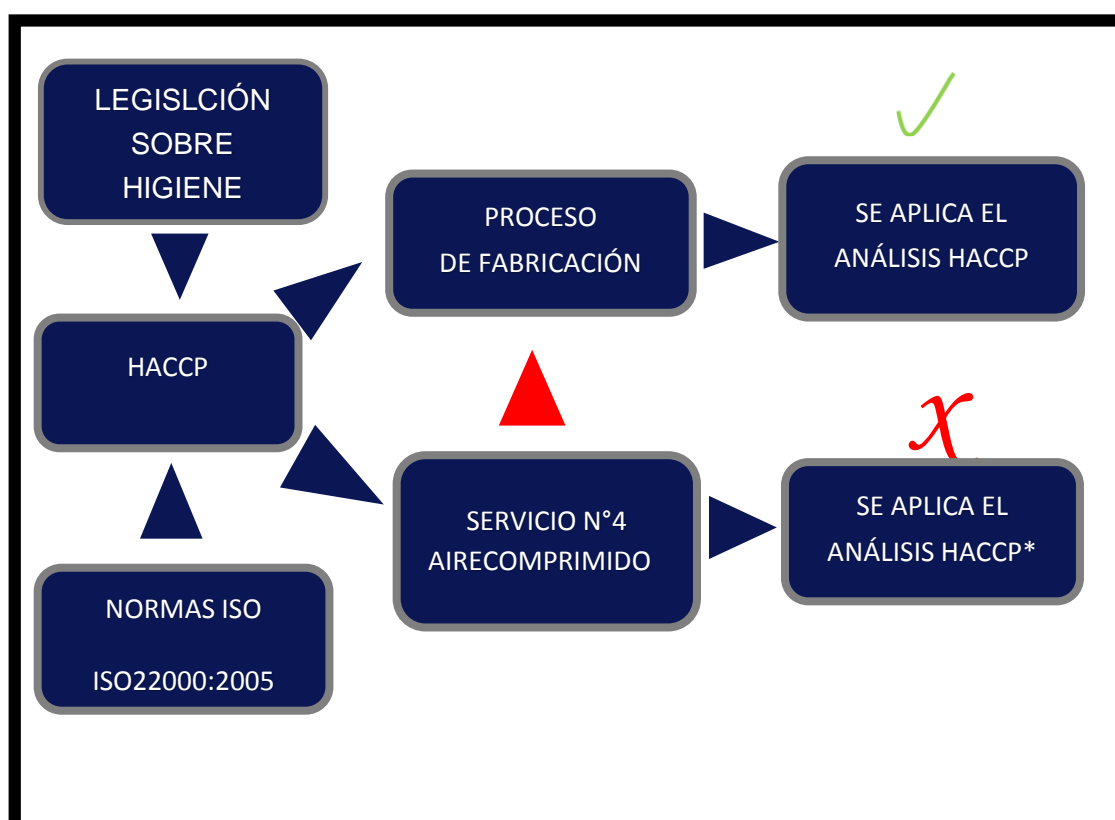
ORGANISMO	GUÍAS DE REFERENCIA
ISO. International Organization for Standardization	Norma ISO 8573-1:2010 Pureza Class 02:02:01, contacto indirecto 02:04:02
BSCA (British Standard Compressed Air)	Best Practice Guideline 102. Sección 7, Sección 8.2
SQF. Security Quality Food.	Código SQF Edición 7. Establece las prácticas requeridas para el aire comprimido que es utilizado en el proceso de producción el cual deberá estar limpio y no presentar riesgos para la seguridad alimentaria.
IFS. International Featured Standards	Sección 4.9.10.1, Sección 4.9.10.2

Fuente: (IDEA FSI, 2013)

3.5.11. Interrelación entre la legislación sobre higiene, los sistemas de gestión de la seguridad de los alimentos y el aire comprimido.

- El principio de HACCP suele aplicarse a la planta de producción principal pero no a servicios como el aire comprimido.
- En la mayoría de los entornos de producción, el aire comprimido se considera un servicio y, por ese motivo, no se incluye en el análisis de peligros (análisis de riesgos).
- Además, hay muchos usuarios que desconocen la contaminación presente en el aire comprimido y las fuentes de esa contaminación, por lo que, una vez más, el aire comprimido no se incluye en el análisis de peligros.

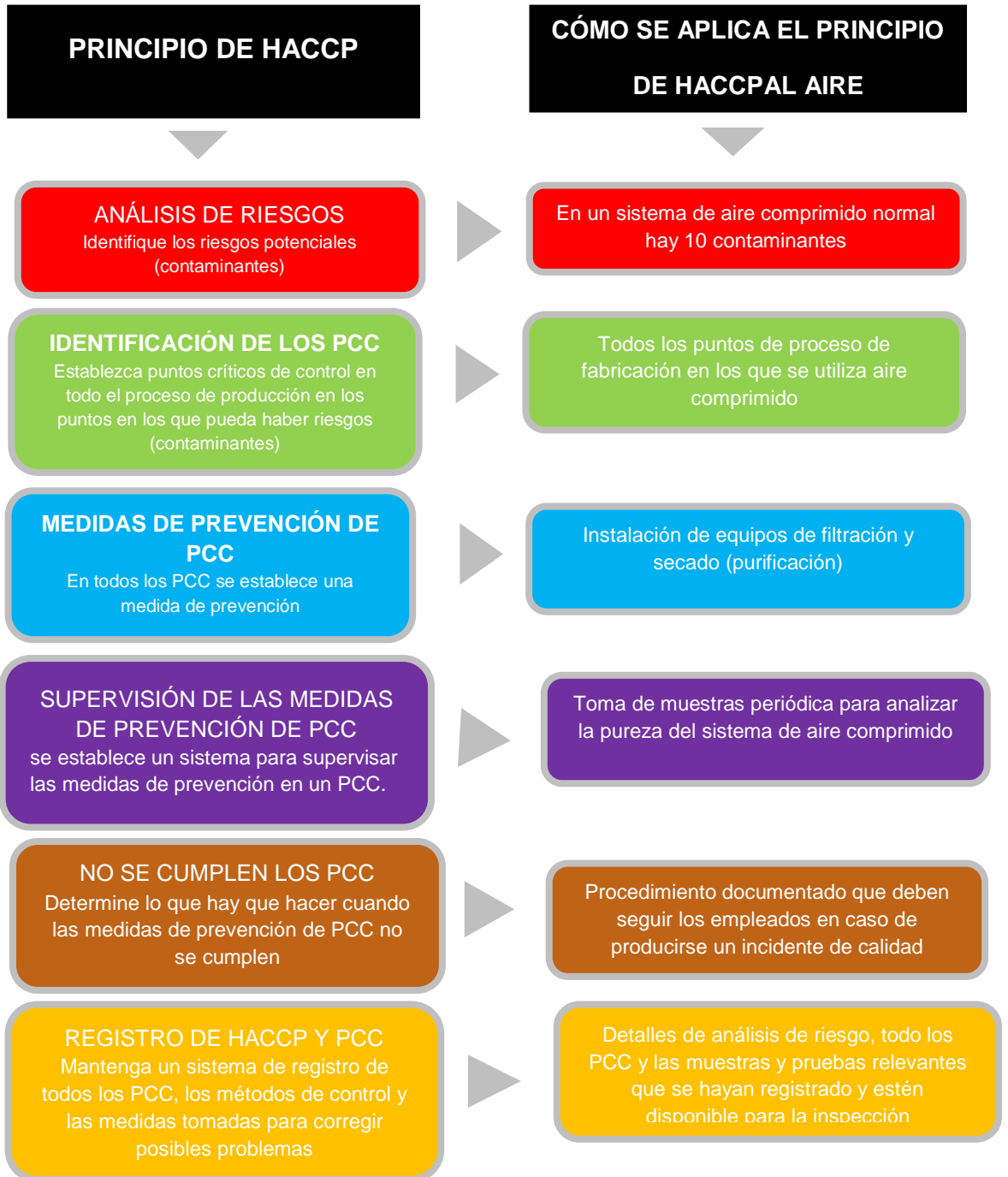
Figura 2. Análisis HACCP



Fuente: (PARKER, 2018)

3.5.12. Aplicación del principio de HACCP al aire comprimido.

Figura 3. Principio de HACCP al aire comprimido



Fuente: (PARKER, 2018)

3.5.13. Fuentes y tipos de contaminación en un sistema de aire comprimido.

Conocer las fuentes de contaminación del aire comprimido y los tipos de contaminantes que se deben reducir o eliminar es un factor clave en el diseño de un sistema de aire comprimido eficiente. En un sistema de aire comprimido corriente hay diez contaminantes principales que se deben eliminar o reducir para proteger al consumidor y conseguir que las instalaciones de producción sean seguras y rentables. Estos contaminantes proceden de cuatro fuentes diferentes.

3.5.13.1. Aire atmosférico, Los compresores captan grandes cantidades de aire atmosférico, que llena continuamente el sistema con contaminantes invisibles como, por ejemplo: vapor de agua, suciedad atmosférica, vapores de aceite y microorganismos.

3.5.13.2. El compresor de aire, además de los contaminantes que se captan de la atmósfera, los compresores lubricados con aceite aportan pequeñas cantidades de aceite de la etapa de compresión. este aceite estará en forma de: aceite líquido, aerosoles de aceite, vapores de aceite.

Después de la fase de compresión, el su enfriador refrigera el aire, condensando el vapor de agua e introduciéndolo en el aire comprimido en forma de: agua líquida y aerosoles de agua

3.5.13.3. Dispositivos de almacenamiento y tuberías de distribución de aire comprimido.

cuando el aire abandona el compresor contiene ocho contaminantes. El receptor de aire (dispositivo de almacenamiento) y las tuberías del sistema que distribuyen el aire comprimido por la instalación pueden almacenar grandes cantidades de estos contaminantes. además, enfrían el aire comprimido caliente y saturado, lo que causa una gran condensación, añadiendo más agua líquida al sistema y facilitando así la corrosión y la proliferación microbiológica: óxido e incrustaciones.

CONCLUSIONES

1. La calidad del aire debe contar con un nivel establecido de confiabilidad y comparabilidad, pues serán una herramienta fundamental para la toma de decisiones; de ahí la necesidad de elaborar un protocolo de monitoreo de la calidad del aire que considere los criterios de aseguramiento y control de la calidad y estandarice los procedimientos para la operación y manejo de las redes de monitoreo.

2. Dar a conocer medidas de control existentes como la Revisión Técnico Mecánica y de Gases de fuentes móviles, las Encuestas ambientales, la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire y Meteorología y el Registro Individual de la Prestación de Servicios de Salud con el sistema propuesto mediante la obtención de los Factores de Carga Ambiental de fuentes móviles y fijas a través de la aplicación de técnicas de gestión ambiental como la Evaluación del Riesgo Ambiental que permitió obtener el Inventario de Emisiones Atmosféricas, el número de Enfermedades Respiratorias Agudas en la población sus costos y verificar el cumplimiento de los indicadores de calidad aire y los Factores de Carga Ambiental propuestos.

3. los Órganos de Gobierno, con el apoyo técnico de las Instituciones educativas son de carácter obligatorio, se requiere y es urgente la acción voluntaria y decidida que cada uno de nosotros como ciudadanos responsables, llevemos a cabo de manera consciente para proteger nuestro entorno y mantenerlo limpio y libre de toda contaminación. Lo anterior implica "poner la basura en su lugar", "afinar oportunamente el automóvil", "conducir con educación vial", "disminuir y re ubicar las industrias contaminantes", "Reforestar nuestra Ciudad", etc.

RECOMENDACIONES

1. Las autoridades deben mantenerse al tanto de la gravedad de la situación y hacerse cargo de la misma, aplicando conscientemente las medidas oportunas que incluyan los recursos necesarios que se deben prever.
2. Es importante también promover y facilitar la educación en el área ambiental, mediante el fomento en la población infantil del amor por la naturaleza y la protección y sana convivencia con ella, ya que como individuos, como familias y como sociedad, depende de nosotros cuidar, proteger y convertir, en un espacio más seguro, limpio y saludable.
3. Disponer de sistemas de ventilación que permitan el flujo positivo de aire en las diferentes áreas de una planta de alimentos.
4. Establecer programas de monitoreo que incluyan actividades de mantenimiento preventivo de filtros, registros de limpieza, cambio de piezas, etc.
5. Los compresores de aire, boquillas y mangueras deben estar en buen estado y mantenerse en condiciones higiénicas.
6. Es recomendable realizar pruebas microbiológicas por lo menos una vez al año para validar el sistema de filtración de aire.

BIBLIOGRAFÍA

- Manipulador de alimentos. [En línea] 2017. <https://manipulador de alimentos.com/carnet-curso-contaminación-de-los-alimentos/>.
- Higiene ambiental web side. [En línea] 2018. <https://higiene ambiental.com/aire-agua-y-legionella/la-cai-en-la-industria-alimentaria-mejora-la-calidad-de-los-alimentos-y-la-seguridad-del-personal>.
- Agencia Europea de Medio Ambiente. [En línea] 2018. <https://www.eea.europa.eu/es>.
- Ambiental, Universidad Nacional de Ingeniería-Facultad Ingeniería. Slideshare web site. [En línea] <https://es.slidehare.net/yjsalcedo1814/iiiigestión-de-la-calidad-de-aire>.
- Ramirez A, Parrado G, Tunjano M ,Fino M , Gamboa N 2015. Sistema de Gestión Ambiental. [En línea].
- Asociación Española para la Calidad. 2018. AEC. [En línea] 2018. [Citado el: 20 de FEBRERO de 2019.]
- berkowitz, Deborah E. 2012. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. [En línea] 2012.
- CONAM. 2000. informe nacional sobre el estado del ambiente. consejo nacional del ambiente por el desarrollo sostenible. 226 pp.
- Decanini, Alfredo Elizondo. 1997. Uso y Aplicación de las Normas de Aseguramiento y Calidad ISO-9000. tercera. s.l. : Ediciones Castillo.
- DIGESA. 2008. Estudio de la Calidad del aire en la Ciudad de Iquitos Provincia de Maynas. Iquitos : s.n.

- DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL. 2005. PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE Y GESTION DE LOS DATOS. DIGESA. pág. 71
- El plural. 2017. el incómodo verde. [En línea] [Citado el: 11 de MAYO de 2018.]. elplural.com.
- Festo. 2013. food_manual_compressed.air_es. [En línea]. www.festo.com/catalogue/.
- Fjellstrom, Karl. 2002.
- Garcia, J. 2009-2010. master en ingemieria y gestion medioambiental. [En línea].
- Gazdziak, Sam. 2010. Aire Fresco. [aut. libro] Sam Gazdziak. [ed.] procesador. Independiente. Aire fresco. 2010. 30 pp.
- Gobierno de la Ciudad de Mexico. 2018. Calidad del aire. [En línea].
- Idea fsi. 2013. idea food safety innovation. [En línea] .
- Innovatecll. 2018. higiene ambiental. [En línea].
- INTEC. 2018. SUMINISTRO INTEC WEB SITE. [En línea].
- INTEREMPRESAS. 2018. interempresas web site. [En línea] .
- Lenntech. 2018. LENNTECH. [En línea] www.lenntech.es/faq-calidad-del-aire.htm.
- Bidegain M, Necco G, Pisciotano G. 2011. Atmosfera. Universidad de la Republica; Facultad de Ingenieria, Facultad de Ciencias. 2011. 16 pp, Cursos de elementos de meteorologia y clima.
- MINAM. 2016. El Perú primero. [En línea]
- **Mundo Compresor. 2018.** MUNDO COMPRESOR web site. [En línea] .
- OMS. Dietrich Schwela, OMS. 1996. Ilo: s.n.

- Parker. 2018.
- PCE. 2018. PCE. [En línea] 2018.
- RAE, Asociación de Academias de la Lengua Española. 2014. Madrid: s.n. ISBN 978-84-670-4189-7..
- Sistema de indicadores de aire. Jiménez J, Pulgarín D . 2010. Medellín: s.n..
- sites.google. 2018. Factores que amenazan la biodiversidad. [En línea] .
- Strauss, W. 1990. Air Pollution. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda, (EARTH) Biblioteca W.K. Kellogg. pág. 177. 968-24-3025-9.
- UNI. 2010. slideshare. slideshare. [En línea] .
- VENFILTER. 2018. Venfilter. [En línea] 12 de Noviembre.
- Xavier, Castells & Alsina, Santiago Bordas.2012. Energía, agua, medio ambiente, territorialidad y sostenibilidad. Madrid. Diaz de Santos S.A, 288 pp.

ANEXOS

Anexo N°1

Normas relacionadas con la gestión de la Calidad del Aire

- En el Art. 29° del Decreto Supremo n.° 016-93-EM del 28.04.93 modificado por el D.S. n.° 059-93-EM que aprueba el Reglamento sobre protección del medio ambiental en la actividad minero-metalúrgica se indica que los EIA y/o PAMA enfatizarán el cumplimiento de metas respecto a calidad del aire por las emisiones gaseosas.
- En el Reglamento de Protección Ambiental para las actividades de Hidrocarburos, aprobado por Decreto Supremo n.° 046-93-EM, Art. 43° se establece en la Tabla 2, las concentraciones Máximas aceptables de Contaminantes en el Aire para: partículas, monóxido de carbono, gases ácidos, ácido sulfhídrico (H₂S), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos.
- La Resolución Ministerial n.° 315-96-EM-VMM aprueba los Niveles Máximos Permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero-metalúrgicas, para el anhídrido sulfuroso, partículas, plomo y arsénico presentes en las emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero-metalúrgicas (Anexo 1 de la norma) y en su Anexo 3, establece los Niveles Máximos Permisibles de Calidad del Aire para SO₂, partículas en suspensión, plomo y arsénico.
- Mediante Resolución Suprema n.° 057-97-MTC se crea la Comisión de la Calidad del Aire y retiro del Plomo en la gasolina.
- El Decreto Supremo n.° 019-98-MTC dispone eliminar del mercado la oferta de Gasolina 95 RON con plomo y reducir el límite máximo de contenido de plomo en la Gasolina 84 RON.
- El año 1998 se aprueba el Decreto Supremo 097-98-MTC Retiro del plomo en la gasolina.

- Con Resolución Suprema n.º 768-98-PCM se establece el Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio para Lima y Callao.
- Con Decreto Supremo n.º 044-98-PCM se aprueba el cronograma para el establecimiento de los ECA de Aire (Programa Anual de ECA y LMP).
- El Ministerio de Transportes y Comunicaciones mediante Decreto Supremo n.º 047-2001-MTC y sus modificatorias, establece los Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial, para los vehículos en circulación y los nuevos. Para los primeros se consideraron LMP para el monóxido de carbono e hidrocarburos, en tanto que para los vehículos nuevos además del monóxido de carbono e hidrocarburos, para los óxidos de nitrógeno (NOx) y material particulado. Se modifica esta norma con:
 - Decreto Supremo n.º 007-2002-MTC
 - Decreto Supremo n.º 002-2003-MTC
 - Decreto Supremo. n.º 014-2003-MTC
 - Decreto Supremo n.º 026-2006-MTC
 - Decreto Supremo n.º 017-2010-MINAM que proroga la suspensión del acápite II del Anexo 1 del Decreto Supremo n.º 047-2001-MTC
- El 2001 se aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (Decreto Supremo n.º 074-2001-PCM) que establece niveles de concentración máxima para dióxido de azufre, material particulado menor a 10 micrómetros (PM10), monóxido de carbono, dióxido de azufre, ozono, plomo y sulfuro de hidrógeno. El valor anual revisado para plomo se fija en el Decreto Supremo n.º 069-2003-PCM.
- Mediante Decreto Supremo n.º 033-2001-MTC se establece que está prohibida la circulación de vehículos que descarguen o emitan gases, humos o cualquier sustancia contaminante que altere la calidad del ambiente.

- Con Decreto Supremo n.º 003-2002-PRODUCE se aprueban los Límites Máximos Permisibles y Valores Referenciales para las actividades industriales de Cemento, Cerveza, Curtiembre y Papel, fijándose LMP para material particulado para las emisiones de la industria cementera del Perú.
- Con Resolución Presidencial n.º 022-2002-CONAM/PCD se aprueban las Directrices para la elaboración de los Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire, denominados Planes “A limpiar el Aire”, cuya sección III fue modificada por Resolución Presidencial n.º 213-2005-CONAM/PCD.
- A efectos de contar con normas técnicas para las mediciones, sean de las emisiones atmosféricas como de los niveles de calidad ambiental, tanto el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), como el Ministerio de la Producción (PRODUCE) (antes Ministerio de Industrias, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales-MITINCI) desarrollaron protocolos de monitoreo para emisiones atmosféricas, en tanto que el MINSA aprobó el correspondiente al monitoreo de la calidad del aire.
 - Con Resolución Ministerial n.º 026-2000-ITINCI/DM se aprueban los Protocolos de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas referidos en el Reglamento de Protección Ambiental para el desarrollo de las actividades de la Industria Manufacturera.
 - Mediante Resolución Directoral n.º 1404/2005/DIGESA/SA se aprueba el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos para aplicación de la DIGESA en el marco de sus competencias como entidad encargada del monitoreo permanente de la calidad del aire.
 - Con Resolución Directoral n.º 280-2007-MEM-AAM se aprueba la Guía para la Evaluación de Impactos en la Calidad del Aire por Actividades Metalúrgicas.

- Con Decreto Supremo n.º 069-2003-PCM se establece el valor anual de concentración de plomo.
- Con el Decreto Supremo n.º 009-2003-SA, modificado por el Decreto Supremo n.º 012-2005-SA se aprueba el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para contaminantes del Aire, como material particulado PM10, dióxido de azufre, el monóxido de carbono y el sulfuro de hidrógeno, cuyos valores se aprecia en la Tabla 10. En el artículo 7º de la norma se precisan las medidas a considerar en los planes de contingencias para cada una de los parámetros.

Tabla 11. Niveles de Estado de alerta para contaminantes críticos.

TIPOS DE ALERTA	Material Particulado (PM10)	Dióxido de Azufre (SO₂)	Monóxido de Carbono (CO)	Sulfuro de Hidrógeno (H₂S)
Cuidado	>250 µg/m ³ prom. aritmético 24 horas	>500 µg/m ³ prom. móvil 3 horas	>15 000 µg/m ³ prom. móvil 8 horas	>1 500 µg/m ³ prom. aritmético 24 horas
Peligro	>350 µg/m ³ prom. aritmético 24 horas	>1 500 µg/m ³ prom. móvil 3 horas	>20 000 µg/m ³ prom. móvil 8 horas	>3 000 µg/m ³ prom. aritmético 24 horas
Emergencia	>420 µg/m ³ prom. aritmético 24 horas	>2 500 µg/m ³ prom. móvil 3 horas	>35 000 µg/m ³ prom. móvil 8 horas	>5 000 µg/m ³ prom. aritmético 24 horas"

Fuente: (MINAM, 2013-2014)

- Con Decreto del Consejo Directivo n.º 015-2005-CONAM/CD se aprueba la Directiva para la aplicación del Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminación del Aire aprobado por Decreto Supremo n.º 009-2003-SA, modificado por Decreto Supremo n.º 012-2005-SA.
- Ley n.º 28694, Ley que regula el contenido de azufre en el combustible diesel y encarga al CONAM la aprobación anual de los Índices de Nocividad aplicables al Impuesto Selectivo al Consumo.
- Mediante Decreto del Consejo Directivo n.º 018-2005-CONAM-CD se aprobó el Índice de Nocividad Relativa.
- Consejo Directivo n.º 016-2006-CONAM/CD se aprueba el Primer Plan Integral de Saneamiento Atmosférico para Lima y Callao - PISA 2005-2010, con la visión de lograr que la calidad del aire en el área metropolitana de Lima y el Callao presenten niveles aceptables de contaminantes del aire. El objetivo del plan es el de proteger la salud pública en el Área Metropolitana Lima-Callao.
- El año 2008, con el Decreto Supremo n.º 003-2008-MINAM se modifica el valor de 24 horas para el dióxido de azufre e incluyen nuevos valores de ECA para el benceno, los hidrocarburos totales (HT), material particulado con diámetro menor a 2,5 micras e hidrógeno sulfurado (que era referencial).
- Mediante Decreto Supremo n.º 061-2009-EM se estableció la obligación de la venta y uso de Diesel 2B con contenido máximo de 50 ppm de azufre en el diesel usado a nivel automotriz.
- El Decreto Supremo n.º 011-2009-MINAM aprueba los Límites Máximos Permisibles para las emisiones de la industria de Harina y Aceite de Pescado y Harina de Residuos Hidrobiológicos, fijándose valores LMP para el sulfuro de hidrógeno y el material particulado.

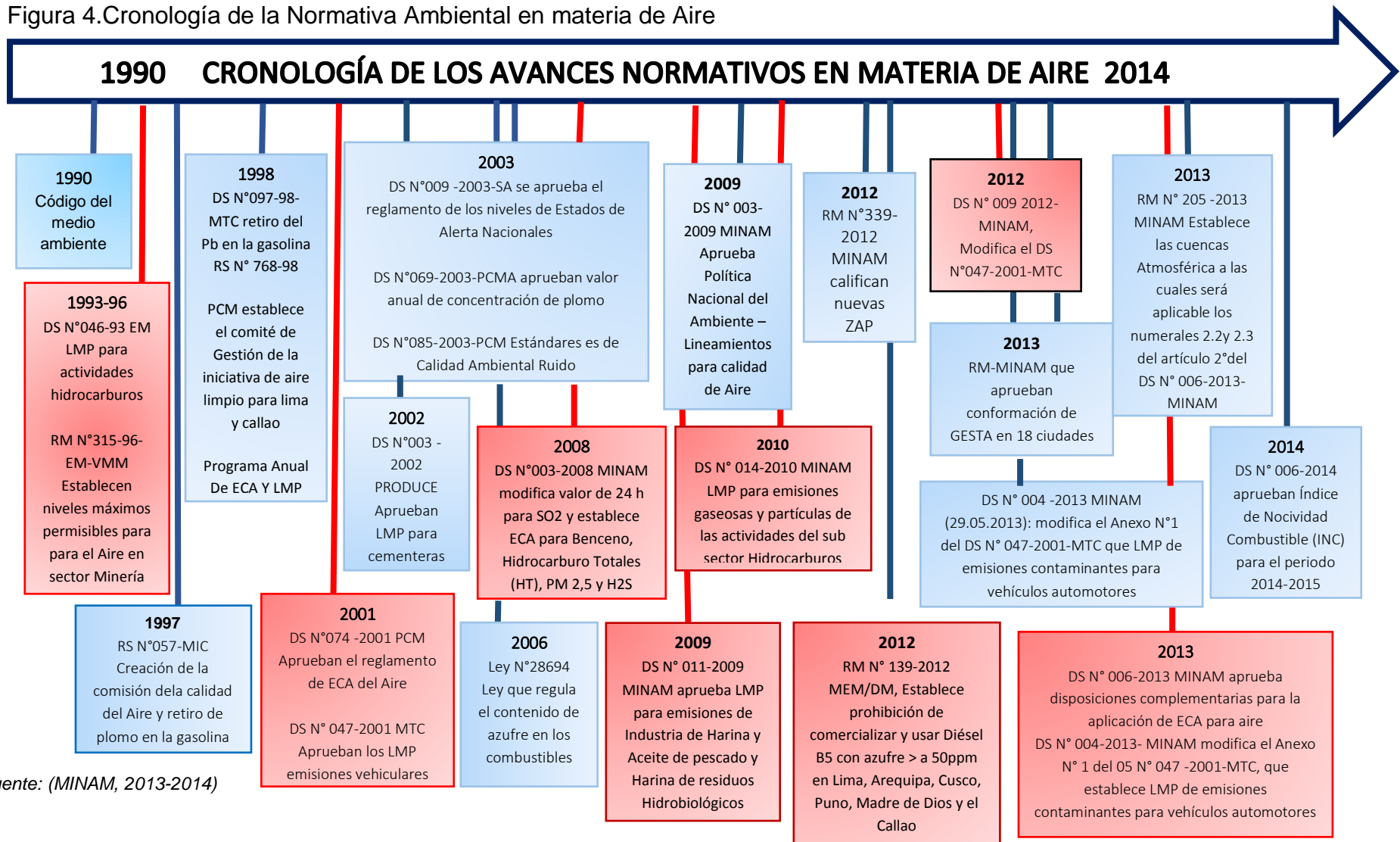
- La Resolución Ministerial n.º 194-2010-PRODUCE establece el Protocolo de monitoreo de emisiones y calidad de aire para la industria de harina de pescado y harina residual.
- Mediante Resolución Ministerial n.º 139-2012-MEM/DM, se establece la prohibición de comercializar y usar Diesel B5 con un contenido de azufre mayor a 50 ppm en los departamentos de Lima, Arequipa, Cusco, Puno, Madre de Dios y la Provincia Constitucional del Callao.
- El Decreto Supremo n.º 009-2012-MINAM, modifica el Decreto Supremo n.º 047-2001-MTC. Esta norma incluye: LMP para motocicletas; aplicación de Euro IV al año 2016; nuevos procedimientos para inspecciones vehiculares.
- La Resolución Ministerial n.º 339-2012-MINAM, determina la calificación de dieciocho (18) *Nuevas Zonas de Atención Prioritaria* de calidad del aire, en el ámbito geográfico de la Cuenca Atmosférica de las provincias de Abancay, Cajamarca, Chachapoyas, Coronel Portillo, Huamanga, Huancavelica, Huánuco, Huaraz, Ica, Mariscal Nieto, Moyobamba, Puno, San Román, Tacna, Tambopata, Tarapoto, Tumbes y Utcubamba, para ser atendidas todas ellas con los Planes de Acción para la Mejora de la Calidad del Aire.
- Aprobación de las respectivas Resoluciones Ministeriales (entre el 15.02 y el 04.09.2013), con el fin de conformar el Grupo Técnico denominado *Grupo de Estudio Técnico Ambiental de la Calidad del Aire* (GT - GESTA Zonal de Aire) en 21 circunscripciones del país, Grupos Técnicos que estarán encargados de formular y evaluar los planes de acción para la mejora de la calidad del aire en Zonas de Atención Prioritaria: n.º 043-2013-MINAM de San Martín; n.º 044-2013-MINAM de Cajamarca; n.º 045-2013-MINAM de Huamanga; n.º 046-2013-MINAM de Mariscal Nieto; n.º 047-2013-MINAM de Huaraz; n.º 048-2013-MINAM de San Román; n.º 049-2013-MINAM de Coronel Portillo; n.º 050-2013-MINAM de Huánuco; n.º 051-2013-MINAM de Tambopata; n.º 052-2013-MINAM de Puno; n.º 054-2013-MINAM de Tacna; n.º 055-2013-MINAM de Utcubamba; n.º 056-2013-MINAM de Abancay; n.º 057-2013-MINAM de Moyobamba; n.º 058-2013-MINAM de Tumbes; n.º 059-2013-MINAM de Chachapoyas; n.º 060-

2013-MINAM de Huancavelica; y n.º 061-2013-MINAM de Ica; n.º 255-2013-MINAM de La Oroya; n.º 257-2013-MINAM de Ilo; n.º 258-2013-MINAM de Arequipa, n.º 367-2014-MINAM de Chiclayo y n.º 401-2014-MINAM de Iquitos.

- Con Decreto Supremo n.º 004-2013-MINAM se modifica el Anexo n.º 1 del Decreto Supremo n.º 047-2001-MTC, que establece *Límites Máximos Permisibles* (LMP) de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial, modificados por Decreto Supremo n.º 009-2012-MINAM.
- Mediante el Decreto Supremo n.º 006-2013-MINAM se aprueban disposiciones complementarias para la aplicación del *Estándar de Calidad Ambiental* (ECA) de aire.
- Con Resolución Ministerial n.º 205-2013-MINAM se establece las *Cuencas Atmosféricas* a las cuales les será aplicable los numerales 2.2 y 2.3 del artículo 2º del Decreto Supremo n.º 006-2013-MINAM.
- El Decreto Supremo n.º 006-2014-MINAM publicado el 1º de mayo de 2014, aprueba el Índice de Nocividad de Combustibles (INC) para el Período 2014-2015, establecido para procesos en donde se utilizan los combustibles exclusivamente para fines energéticos, no siendo aplicable a aquellos procesos no energéticos, en los que es necesaria la mezcla de estos combustibles con otros elementos o insumos para fabricar productos intermedios o finales.

Anexo N°2

Figura 4. Cronología de la Normativa Ambiental en materia de Aire



Fuente: (MINAM, 2013-2014)

Anexo N°3

Figura 5. Situación de los Planes de Acción para la mejora de la Calidad del Aire.



Fuente: (MINAM, 2013-2014)

Anexo N°4

Tabla 12. *Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.*

Parámetro	Período	Valor (µg/m3)	Vigencia	Formato	Método de Análisis	Norma
Dióxido de azufre (SO ₂)	24 h	20	01 de Enero 2014	Media Aritmética	Fluorescencia UV (Método automático)	D.S. n.° 003-2008-MINAM
24 h		8021			D.S. n.° 006-2013-MINAM20	
Material particulado menor a 10 micras (PM ₁₀)	Anual	50	22 de junio de 2001	Media Aritmética anual	Separación Inercial/Filtración (Gravimetría)	D.S. n.° 074-2001-PCM
24 h		150			NE más de 3 veces al año	
Material particulado menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	24 h	25	01 de enero de 2014	Media aritmética	Separación Inercial/Filtración (Gravimetría)	D.S. n.° 003-2008-MINAM
Monóxido de carbono (CO)	8 h	10000	22 de junio de 2001	Promedio Móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método Automático)	D.S. n.° 074-2001-PCM
1 h		30000			NE más de 1 vez al año	
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Anual	100	22 de junio de 2001	Media aritmética anual	Quimiluminiscencia (Método Automático)	D.S. n.° 074-2001-PCM
1 h		200			NE más de 24 veces al año	
Ozono (O ₃)	8 h	120	22 de junio de 2001	NE más de 24 veces al año	Fotometría UV (Método Automático)	D.S. n.° 074-2001-PCM
Plomo (Pb)	Anual	0,5	14 de julio de 2003	Promedio aritmético	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de Absorción Atómica)	D.S. n.° 069-2003-PCM
Mensual		1,5			NE más de 4 veces / año D.S. n.° 074-2001-PCM	
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	01 de enero de 2014	Media aritmética	Cromatografía de gases	D.S. n.° 003-2008-MINAM
Hidrocarburos totales (HT) expresado en hexano	24 h	100 mg/m ³	01 de enero de 2010	Media aritmética	Ionización de llama de Hidrógeno	D. S. n.° 003-2008-MINAM
Hidrógeno sulfurado (H ₂ S)	24 h	150	01 de enero de 2009	Media aritmética	Fluorescencia UV (Método automático)	D. S. n.° 003-2008-MINAM

Fuente: (MINAM, 2013-2014)

Anexo N° 5

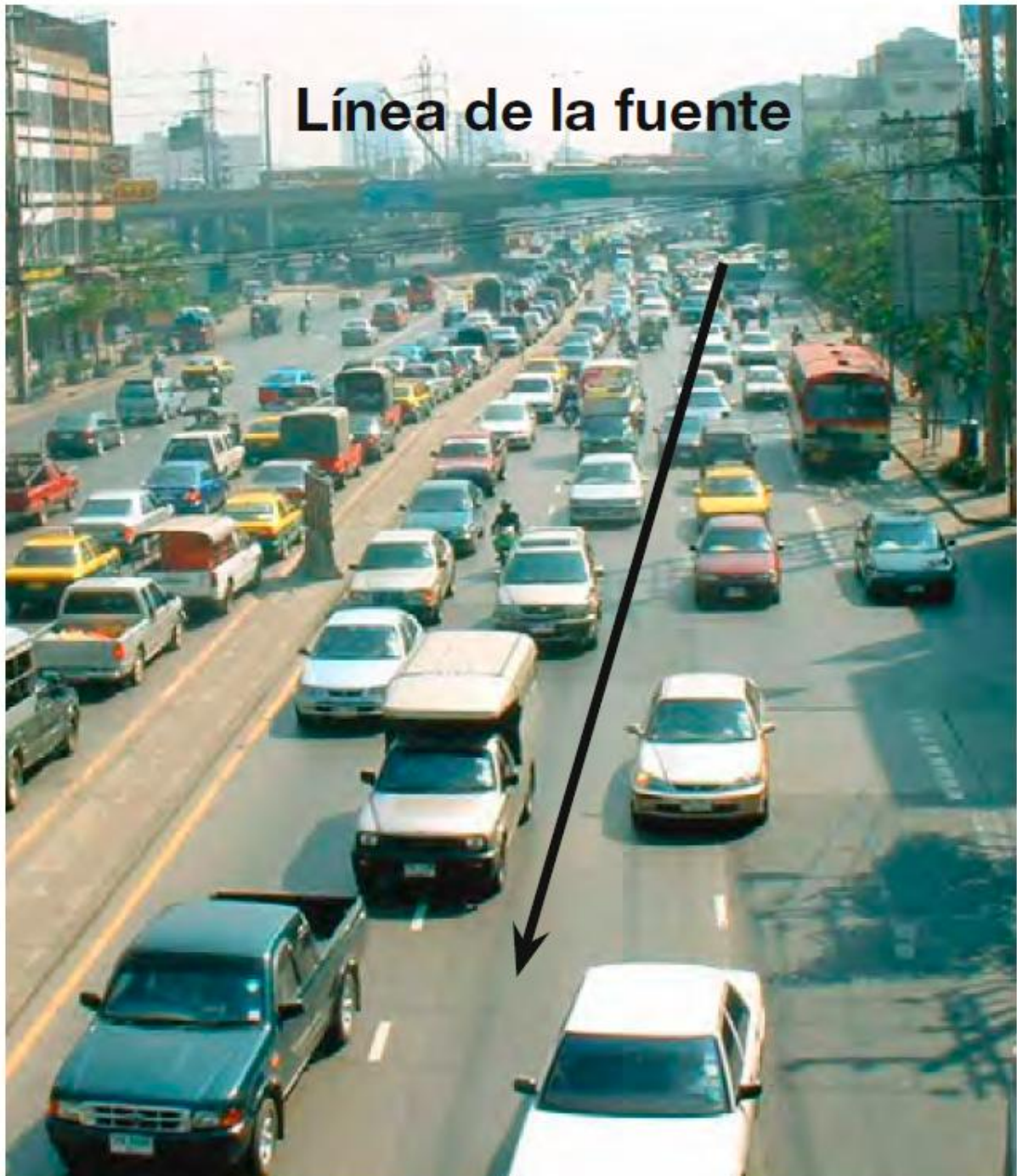
Figura 6. Fundición de Cobre en Ilo-Perú



Fuente: (OMS, 1996)

Anexo N°6

Figura 7. Congestión del tráfico en una calle de Bangkok



Fuente: (FJELLSTROM, 2002)

Anexo N°7

Figura 8. Depósito de residuos en Lagos; Nigeria



Fuente: (OMS, 1996)

GLOSARIOS DE TÉRMINOS

AEROSOL. Suspensión de partículas sólidas, líquidas o de ambos tipos en un medio gaseoso, con una velocidad de descenso mínima.

AMBIENTE: Conjunto de todas las condiciones externas que influyen sobre la vida, el desarrollo y la supervivencia de un organismo.

AUDITORÍA. Examen y chequeo completo de un instrumento, proceso, etc.

BLANCO. Muestra que carece del contaminante de interés y que se utiliza como referencia en análisis ambientales.

CALIBRACIÓN. Valoración de la precisión de las mediciones que reporta un instrumento al compararlo con un estándar independiente.

COMBUSTIÓN. Reacción química en la cual un material se combina con el oxígeno durante la evolución del calor o quema.

COMPUESTOS VOLÁTILES. Sustancias que se evaporan con facilidad a temperaturas inferiores a su punto de ebullición.

CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMISIBLE. Concentración de una sustancia química que no debe excederse bajo ninguna circunstancia en la exposición.

CONTAMINANTE. Forma de materia o energía presente en un medio al que no pertenece, o bien, por arriba de su concentración natural en un medio no contaminado.

CONTAMINANTE PRIMARIO. Contaminante emitido a la atmósfera a partir de una fuente identificable, por ejemplo, CO, NOX, HC, SO2 y partículas.

CONTAMINANTE SECUNDARIO. Contaminante que se forma por reacción química en la atmósfera, por ejemplo, el ozono.

CONTINGENCIA. Estado de alerta ambiental. Estado en el cual se detectan concentraciones de contaminantes atmosféricos que se acercan a niveles en que pueden causar un daño a la salud o son un riesgo para la misma. Puede haber diferentes niveles de alerta, desde un aviso preliminar hasta el que requiere de acciones de emergencia.

DIÁMETRO AERODINÁMICO DE LAS PARTÍCULAS. Diámetro de una esfera de un g/cm^3 de densidad, con la misma velocidad terminal debido a la fuerza de la gravedad sin viento que la partícula.

DISPERSIÓN DE LOS CONTAMINANTES. Proceso por el cual un contaminante se traslada a sitios remotos de su fuente.

EMISIÓN. Salida de contaminantes hacia el ambiente a partir de una fuente fija o móvil.

EPISODIO. Hecho o suceso imprevisto en el cual se lleva a cabo una contingencia ambiental.

EROSIÓN. Desgaste o destrucción de las rocas y el suelo por la acción del viento, el agua o el hielo, para dar partículas pequeñas que pueden ser movilizadas por los mismos elementos.

ESTÁNDAR DE CALIDAD DEL AIRE. La máxima concentración de una sustancia potencialmente tóxica que puede permitirse en un componente ambiental durante un periodo definido.

EXPOSICIÓN. Interacción entre un agente tóxico y un sistema biológico. Cantidad de agente químico o físico particular que llega al receptor.

FOTOMETRÍA. Técnica instrumental para medir la intensidad de la luz.

FUENTES FIJAS. Aquellas establecidas en un lugar determinado y su emisión se produce siempre en el mismo lugar.

FUENTES MÓVILES. Aquellas que cambian su ubicación con respecto al tiempo y el área de influencia de sus emisiones por lo que se considera lineal o de superficie.

VALOR GUÍA. Forma particular de guía. Tiene un valor numérico expresado bien como una concentración en el aire ambiental, bien como una ingesta tolerable o un nivel de deposición que está relacionada con el tiempo de exposición.

INVENTARIO DE EMISIONES. Conjunto de datos a partir de los cuales se puede establecer la distribución de las emisiones de un área determinada, con la ubicación de las fuentes más importantes y las cantidades que emiten.

INVERSIÓN TÉRMICA. Fenómeno atmosférico natural en el cual la temperatura del aire no disminuye con la altura y que dificulta la dispersión de los contaminantes atmosféricos y agrava los incidentes de contaminación atmosférica.

MANTENIMIENTO. Conservación y cuidado de los instrumentos, equipos, líneas de muestreo, etc.

MÉTODO DE REFERENCIA. Métodos que se basan en la experiencia fundamentada por varios años y que pueden ser usados por varios usuarios. Contemplan también el procedimiento de calibración utilizando en estándar primario.

MÉTODO EQUIVALENTE. Métodos que han sido sujetos a pruebas adecuadas y cumplen con los requisitos mínimos de instrumentos de medición de calidad del aire.

MUESTRA. Parte seleccionada que se separa de un conjunto y que se considera representativa del mismo conjunto al que pertenece.

MUESTREO. Recolección de una porción representativa para someterla a análisis y ensayos.

NIVEL DE ALERTA. Concentración de contaminantes atmosféricos que la autoridad competente ha decidido que se acerca a la que puede causar un daño a la salud o es un riesgo para ella.

PARTÍCULA. Masa pequeña discreta de materia sólida o líquida.

POLVO. Partículas sólidas pequeñas con diámetro menor de 75 μm que se sedimentan por su propio peso pero que pueden permanecer suspendidas por algún tiempo.

PROTOCOLO. Conjunto ordenado de reglas o procedimientos que se siguen para llevar a cabo una función determinada.

QUIMILUMINISCENCIA. Luz fría o luz resultante de una reacción sin producción de calor.

RADIACIÓN BETA. Corriente de partículas negativas o electrones de alta velocidad y son emitidas por el núcleo de un átomo.

RAYOS X. Radiaciones electromagnéticas que se producen por la desaceleración de partículas cargadas o por las transiciones electrónicas en un átomo, son similares en naturaleza a la luz UV, pero de mayor energía.

RED DE MONITOREO. Conjunto de estaciones de monitoreo interconectadas en una misma zona.

SENSORES ELECTROQUÍMICOS. Dispositivos compuestos por celdas sensibles que captan o detectan la corriente eléctrica generada por una reacción química.

SMOG FOTOQUÍMICO. Neblina irritante que resulta de la acción solar sobre algunos contaminantes primarios del aire, en particular, los procedentes de los motores de combustión interna.

UMBRAL. Duración mínima de una exposición o concentración mínima de un agente físico o químico que puede causar una respuesta en un organismo.

Lista de abreviaturas

AC, Aseguramiento de la Calidad

CC, Control de Calidad

CO, Monóxido de carbono

CONAM, Consejo Nacional del Ambiente

COV, Compuestos Orgánicos Volátiles

DIGESA, Dirección General de Salud Ambiental

ECA, Estándar de Calidad del Aire

OMC, Organización mundial de la salud

AEC, Asociación Española para la calidad.

CE, Conformidad europea

PM, Material particulado

PM2.5 Material particulado menor a 2.5 micrómetros

PM10 Material particulado menor a 10 micrómetros

ml, Unidad de volumen, mililitros

mm, Unidad de longitud, milímetros

MAVDT; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

IDEAM; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales