

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN

ESCUELA DE POSGRADO



**FUENTES EMISORAS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y SU
INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE
HUÁNUCO 2016**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN
MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

TESISTA: MG. BORIS MIRKO CHÁVEZ CABELLOS

ASESOR: Dr. LORENZO PASQUEL LOARTE

HUÁNUCO – PERÚ

2018

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico con todo cariño a mi amada madre, por su sacrificio y esfuerzo, por creer en mi como persona y en mi capacidad intelectual, apoyándome día a día con sus consejos y amor ya que, aunque pasamos momentos difíciles siempre ha estado alentándome con sus palabras, las cuales nunca me dejaron decaer.

A mis tres amadas hijas, por ser fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor

AGRADECIMIENTO

A mis familiares y compañeros que sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos alegrías y tristezas para que este estudio se haga realidad, y a todas aquellas personas que en estos años estuvieron apoyándome y lograron que este desafío se haga realidad

RESUMEN

Este estudio estimó la cantidad de gases que afectan la calidad del aire emitidas por fuentes de área, fijas y móviles, calculados mediante un inventario y el uso de factores de emisión proporcionadas por la agencia para la protección ambiental de los Estados Unidos (US AP-42), en los distritos de Huánuco, Amarilis y Pillco marca en Perú, a través de una comparación en prospectiva para el año 2025. El estudio sirve como apoyo administrativo en la gestión urbanística, comercial e industrial sostenible de la ciudad, desde el punto de vista socioambiental. Los resultados mostraron, que el total de emisiones al 2025 superarían el 200% en incremento y deteriorarían la calidad del aire en el área de estudio, trayendo como consecuencia la generación de problemas ambientales como smog y ozono. Por otro lado, se ha llegado a la conclusión que los valores de emisiones de gases de efecto invernadero y que afectan a calidad del aire están correlacionados positivamente por las diversas actividades que se realizan en la ciudad, teniendo una relación considerable a alta igual al 0.878 y 0.937 respectivamente. Así mismo, del análisis de regresión se concluye que existe influencia directa de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 77.1% en la atmosfera de la ciudad, y por su parte las emisiones de gases que afectan la calidad del aire y son precursores de otros fenómenos una influencia de 87.8%.

Palabras Clave: Calidad del Aire; Factores de Emisión; Prospectiva.

ABSTRACT

This study estimated the amount of gases that affect air quality emitted by area sources, fixed and mobile, calculated by means of an inventory and the use of emission factors provided by the United States Environmental Protection Agency (US-EPA), in the Huánuco, Amarilis and Pillco districts in Peru, through a prospective comparison for the year 2025. The study serves as administrative support in the city's urban, commercial and industrial sustainable management, from the point of socio-environmental view. The results showed that the total emissions to 2025 would exceed 200% in increment and would deteriorate the air quality in the study area, resulting in the generation of environmental problems such as smog and ozone. On the other hand, it has been concluded that the values of greenhouse gas emissions and that affect air quality are positively correlated by the various activities that are carried out in the city, having a considerable relationship with a high equal to 0.878 and 0.937 respectively. Likewise, the regression analysis concludes that there is a direct influence of greenhouse gas emissions by 77.1% in the city's atmosphere, and in turn, emissions of gases that affect air quality and are precursors of other phenomena an influence of 87.8%.

Key words. Air quality; Emission factors; Prospective

RESUMO

Este estudo estimou a quantidade de gases que afetam a qualidade do ar emitida por fontes de área, fixa e móvel, calculada por meio de um inventário e o uso de fatores de emissão fornecidos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US-AP). 42), nos distritos de Huánuco, Amarilis e Pillco no Peru, através de uma comparação prospectiva para o ano de 2025. O estudo serve como apoio administrativo no gerenciamento sustentável urbano, comercial e industrial da cidade, a partir do ponto da visão socioambiental. Os resultados mostraram que as emissões totais para 2025 excederiam 200% no incremento e deteriorariam a qualidade do ar na área de estudo, resultando na geração de problemas ambientais como smog e ozônio. Por outro lado, concluiu-se que os valores das emissões de gases de efeito estufa e que afetam a qualidade do ar estão positivamente correlacionados pelas diversas atividades que são realizadas na cidade, tendo uma relação considerável com uma alta igual a 0,878 e 0,937, respectivamente. Da mesma forma, a análise de regressão conclui que há uma influência direta das emissões de gases de efeito estufa em 77,1% na atmosfera da cidade e, por sua vez, as emissões de gases que afetam a qualidade do ar e são precursores de gases. outros fenômenos uma influência de 87,8%.

Palavras-chave: Qualidade do Ar; Fatores de emissão; Prospectivo.

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Resumo	vi
Índice	vii
Introducción	ix
I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	
1.1 Fundamentación del problema de investigación	10
1.2 Justificación	11
1.3 Importancia o propósito	12
1.4 Limitaciones	12
1.5 Formulación del problema general y específicos	12
1.6 Formulación del objeto general y específicos	13
1.7 Formulación de la hipótesis	13
1.8 Variables	14
1.9 Operacionalización de Variables	15
1.10 Definición de términos operacionales	16
II. MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes	17
2.2 Bases Teóricas	23
2.3 Bases Conceptuales	66
2.4 Bases epistemológicas	70
III. METODOLOGÍA	
3.1 Ámbito	73
3.2 Población	73
3.3 Muestra	73
3.4 Nivel y tipo de estudio	73
3.5 Diseño de investigación	74
3.6 Técnicas e instrumentos	75
3.7 Validación y confiabilidad del instrumento	75

3.8	Procedimiento	76
3.9	Plan de tabulación y análisis de datos	79
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1	Análisis descriptivo	80
4.2	Análisis inferencial y contrastación de Hipótesis	89
4.3	Discusión de resultados	94
	CONCLUSIONES	98
	RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS	100
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	102
	ANEXOS	105

INTRODUCCIÓN

Esta tesis es el resultado de un estudio desarrollado en la ciudad de Huánuco, Perú, en el 2015. Se basa en el análisis de la calidad del aire que podría generarse a partir de la observación de los hábitos, costumbres y comportamiento económico, comercial e industrial del área de estudio.

Se realizó mediante el método de inventarios para fuentes fijas y de área calculando las emisiones por el método de factores de emisión proporcionados por la agencia mundial para la protección atmosférica AP – 42.

La investigación tubo como objetos de estudio a los distritos de Pillcomarca, Amarilis y Huánuco, tomando como referencia a las industrias, y comercios legalmente constituidas que forman parte de fuentes puntuales como fuentes de área de la ciudad.

Los resultados proporcionan información fundamental sobre emisiones futuras en la ciudad, que afectarían básicamente de la calidad del aire. Esta información podría servir para la implementación de sistemas y políticas de prevención, (monitoreo y vigilancia) en caso de obtener resultados desfavorables en el estudio, y de ser el caso, las condiciones adversas en la atmosfera de la ciudad se podrían evitar, y por ende se evitaría las consecuencias que trae tener una atmosfera (Troposfera) dañada.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación del problema de investigación

La cantidad de contaminantes presentes en la atmósfera viene determinada por la cantidad de agentes contaminantes presentes en el mismo, a consecuencia de las fuentes de emisiones locales, o a causa de traslado horizontal desde otros lugares. Estos procesos atmosféricos también pueden causar acumulaciones excesivas de contaminantes en otros medios (vegetación, suelos, lagos, etc.), incluso lejos del punto de emisión del contaminante. El arrastre atmosférico producido por el viento y las emisiones puntuales móviles o fijas puede traer como efecto final la degradación de la calidad del aire, afectar a la salud de las personas e inclusive cambiar las condiciones climatológicas de la zona.

La contaminación del aire resulta de una compleja mezcla de, literalmente, miles de fuentes, que van desde las chimeneas industriales y los vehículos automotores, hasta el uso individual de productos de aseo, limpiadores domésticos y pinturas; incluso la vida animal y vegetal puede desempeñar un papel importante en este problema.

En los últimos años se ha podido observar en Huánuco un incremento considerable del parque automotor, actividades comerciales, industriales o semi industriales y crecimiento demográfico. Este crecimiento desproporcionado trae como consecuencias el incremento de fuentes de emisión de contaminantes atmosféricas puntuales y móviles, que podrían generar la degradación de la calidad del aire en la ciudad, pudiendo producirse episodios de fuerte contaminación local como consecuencia de la persistencia en el incremento de

las actividades antes mencionadas y de situaciones meteorológicas adversas para la difusión de los contaminantes.

1.2 Justificación

Los estudios ambientales en esta época son una parte fundamental del crecimiento sostenible en cualquier región del mundo, y no solo eso, también deben buscar gestionar eficazmente los recursos, así como crear políticas de desarrollo económico adecuadas para ofrecer mejor calidad de vida a las futuras generaciones.

En base a lo anterior, se justificó la necesidad de esta investigación debido a que la ciudad de Huánuco ha venido creciendo comercial e industrialmente no necesariamente en forma adecuada. Sumado a esto el incremento del parque automotor, sobre todo de vehículos menores, evidencian el incremento de las emisiones gaseosas a la atmosfera de la ciudad, estos gases y partículas causan el deterioro de la calidad del aire del área donde se emiten y trae como consecuencias, por citar sólo algunos ejemplos, problemas de salud, afectaciones a plantas, animales, infraestructura, o incurrir en la inversión térmica u oscurecimiento atmosférico que podrían deteriorar el clima tan agradable que tenemos.

Un objetivo fundamental de este estudio es fomentar en nuestras autoridades académicas, políticas y sociales la formación de sistemas integrales de calidad del aire dentro de las cuales se pueden considerar sistema de vigilancia, sistema de predicción, sistema de información e inventariar las emisiones para poder controlar de alguna manera la calidad del aire de la ciudad y evitar su degradación como sucedió en otras ciudades como Lima.

1.3 Importancia o propósito

El presente estudio también es importante porque puede generar varias líneas de investigación en áreas de gran importancia como la tecnológica en la creación de aplicaciones informáticas para teléfonos inteligentes, tabletas y PCs, robótica, para el monitoreo de los índices de calidad ambiental, agronómica y ambiental, en la protección de materiales por recubrimientos, ingeniería civil en la utilización y formulación de nuevas técnicas para contrarrestar las afectaciones estructurales por el cambio de las condiciones climáticas y atmosféricas, ambiental en dispersión natural etc., fomentando la formación investigadora en los estudiantes de la región.

1.4 Limitaciones

Las limitaciones del presente estudio se presentaron básicamente por el tamaño de la muestra ya que no se cuentan con datos exactos de industrias y comercios que operan en la ciudad de manera informal, a lo cual se hizo un inventario de las actividades que se realizan en forma personal para minimizar este inconveniente.

Otra limitación es el diseño que aplicarse, que no es experimental, lo que limitará la conexión causa efecto, pero se hará un diseño prospectivo, que se utilizaron en otras investigaciones similares que dieron buenos resultados.

1.5 Formulación del problema general y específicos

1.5.1 Problema general

¿Qué cantidad de gases contaminantes generan las fuentes de emisión atmosférica en la ciudad de Huánuco, y que comportamiento tendrá para el 2025?

1.6 Formulación del objeto general y específicos

1.6.1 Objetivo General

Conocer la cantidad de emisiones de gases contaminantes que alterarían la calidad del aire de la ciudad de Huánuco en el 2025, generadas de las principales fuentes de emisión atmosférica.

1.6.2 Objetivos específicos

- Identificar las principales fuentes de contaminación atmosférica de la ciudad de Huánuco integrados por sector económico y demográfico para el 2015
- Desarrollar el inventario de emisiones totales por las diferentes categorías de fuente de emisión en la ciudad de Huánuco en el 2015.
- Estimar la dispersión natural de contaminantes atmosférica en fuentes puntuales en la ciudad de Huánuco.
- Estimar las variaciones de los niveles de emisión en el tiempo proyectados al 2025

1.7 Formulación de la Hipótesis

Ho: Las emisiones de contaminantes que afectan la calidad del aire para el 2025, no superarán el 100% de emisiones respecto del 2015 en la ciudad de Huánuco, a su vez, no tendrán una dispersión natural adecuada. Y a medida que las actividades antropogénicas y demográficas en la ciudad se incrementan, estas se mantendrán estables.

Ha: Las emisiones de contaminantes que afectan la calidad del aire para el 2025, superarán el 100% de emisiones respecto del 2015 en la ciudad de Huánuco, a su vez, no tendrán una dispersión natural adecuada. Y a medida que las actividades antropogénicas y demográficas en la ciudad se incrementan estas también se incrementan.

1.8 Variables

1.8.1 Variable independiente

Emisiones de contaminación atmosférica.

1.8.1.1 Indicadores

Emisión de:

Óxidos de Nitrógeno (Tn/año)

Partículas en suspensión (Tn/año)

Monóxido de Carbono (Tn/año)

Óxidos de Azufre (Tn/año)

Compuestos orgánicos Volátiles COV's (Tn/año)

1.8.2 Variable dependiente.

Calidad del aire.

1.8.2.1 Indicadores

Concentración de:

Óxidos de Nitrógeno (μ/m^3)

Partículas en suspensión (μ/m^3)

Monóxido de Carbono (μ/m^3)

Óxidos de Azufre (μ/m^3)

Compuestos orgánicos Volátiles COVs (μ/m^3)

Ozono troposférico (μ/m^3)

1.9 Operacionalización de variables

Cuadro N° 01: Operacionalización de variables

Objetivo	Variable independiente	Definición operacional	Dimensiones	indicadores	Unidades o categorías
<ul style="list-style-type: none"> Identificar las principales fuentes de contaminación atmosférica de la ciudad de Huánuco integrados por sector económico y demográfico para el 2015. Desarrollar el inventario de emisiones totales por las diferentes categorías de fuente de emisión en la ciudad de Huánuco en el 2015. 	Emisiones de gases de contaminación atmosférica	Comprende el conjunto de fuentes de emisión de gases contaminantes caracterizados por actividad	Contaminación	Emisión de: Óxidos de Nitrógeno (%) Partículas en suspensión (%) Monóxido de Carbono (%) Óxidos de Azufre (%) Compuestos orgánicos Volátiles COV's (%)	Industria Comercio Residencia
			Contaminación	Emisión de: Óxidos de Nitrógeno (%) Partículas en suspensión (%) Monóxido de Carbono (%) Óxidos de Azufre (%) Compuestos orgánicos Volátiles COV's (%)	Unidades de Transporte motorizado
Objetivo	Variable dependiente	Definición operacional	Dimensiones	indicadores	Unidades o categorías
<ul style="list-style-type: none"> Estimar la dispersión natural de contaminantes atmosférica en fuentes puntuales en la ciudad de Huánuco. Estimar las variaciones de los niveles de emisión en el tiempo proyectados al 2025 	Gases que deterioran la Calidad del aire	Comprende la cantidad de gases contaminantes emitidas a la atmosfera en estudio, esta a su vez proporcionará información de la calidad del aire con la que se cuenta.	Condición Atmosférica	Concentración gases Óxidos de Nitrógeno (%) Partículas en suspensión (%) Monóxido de Carbono (%) Óxidos de Azufre (%) Compuestos orgánicos Volátiles COV's (%)	TM M ³ (%)
			Condición Atmosférica	Concentración de gases Óxidos de Nitrógeno (%) Partículas en suspensión (%) Monóxido de Carbono (%) Óxidos de Azufre (%) Compuestos orgánicos Volátiles COV's (%)	

Fuente: Datos de la investigación

1.10 Definición de términos operacionales

1.10.1 Contaminación atmosférica

OMS¹. Se entiende como contaminación atmosférica a la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad relevante que creen molestias o riesgo para la salud de las personas. También se considera contaminación atmosférica aquella que ataque a distintos materiales o a los gases que producen olores desagradables.

1.10.2 Causas de la contaminación atmosférica

OMS¹. Las principales causas de la contaminación del aire están relacionadas con la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas). La combustión de estas materias primas se produce en los procesos o en el funcionamiento de los sectores industrial y del transporte por carretera, principalmente.

1.10.3 Efectos a la salud por la contaminación atmosférica.

OMS¹ La contaminación atmosférica urbana aumenta el riesgo de padecer enfermedades respiratorias agudas, como la neumonía, y crónicas, como el cáncer del pulmón y las enfermedades cardiovasculares. La contaminación atmosférica afecta de distintas formas a diferentes grupos de personas

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Manzi V. *et al.*² en su investigación denominada “Estimación de los factores de emisión de las fuentes móviles de la ciudad de Bogotá”. Seleccionaron, adaptaron y aplicaron una metodología práctica y económica para determinar las emisiones del parque automotor de la ciudad de Bogotá. La metodología está basada en mediciones de calidad de aire, parámetros meteorológicos, conteos de vehículos y la aplicación inversa de un modelo de calidad de aire.

Se presentan los resultados de un estudio de trazadores con el cual se validó la aplicación del modelo empleado. Se reportan los factores de emisión promedio de los contaminantes evaluados para vehículos livianos, pesados y para todos los vehículos. Las emisiones de los vehículos pesados son considerablemente mayores a las de los vehículos livianos.

Soret A. *et al.*^β en “Estimation of future emission scenarios for analysing the impact of traffic mobility on a large Mediterranean conurbation in the Barcelona Metropolitan Area (Spain)” analizaron el impacto de varias estrategias de control en las emisiones urbanas en la ciudad costera de Barcelona, España. El análisis se llevó a cabo mediante la proyección de los datos sobre emisiones obtenidas de un escenario base en 2004 a tres futuros escenarios establecidos en el año 2015, donde cada escenario futuro representa un conjunto de medidas de gestión de la movilidad del tráfico específico que fueron considerados por sector de emisiones, incluyendo la generación de energía, la actividad industrial, doméstico- comercial, disolventes, en la carretera de tráfico, las emisiones biogénicas, puertos y

aeropuertos, para comparar mejor el presente escenario caso base con los futuros escenarios de movilidad generadas para 2015. Estos escenarios de emisiones para el año 2015 tienen en cuenta las proyecciones demográficas y las variaciones en las actividades portuarias y aeroportuarias, entre otros factores, mientras que el objetivo principal es en el sector del tráfico en carretera, los tipos de vehículos utilizados, como tecnológicamente mejorados autobuses y vehículos híbridos, así como los tipos de combustibles utilizados, incluyendo el gas natural y los biocombustibles. Los resultados del modelo indicaron que las estrategias de control de la emisión y las mejoras tecnológicas y el uso de combustibles alternativos reducen las emisiones del tráfico en carretera en aproximadamente 75% (en términos de los óxidos de nitrógeno). Esta disminución conduce a una reducción del 35% en las emisiones totales de óxidos de nitrógeno.

Jaramillo M. *et al.*⁴ en “Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuentes puntuales en la zona Cali-Yumbo (Colombia)” En este trabajo se calculan las emisiones de contaminantes atmosféricos convencionales (COV, MP₁₀, CO, NO_x y SO_x) por fuentes puntuales para el año 1997 en Cali Yumbo (Colombia). La información se obtuvo de 108 declaraciones entregadas a las autoridades ambientales. La metodología utiliza factores de emisión para la mayoría de las fuentes que no realizaron mediciones directas y reportaron tipo y cantidad de combustible utilizado. Se encontró que las industrias del papel y artes gráficas son las que más generan emisiones totales, seguidas de la industria de minerales no metálicos y del sector de textiles y confecciones. Mientras las empresas analizadas en la ciudad de Cali son responsables de gran parte de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV), las emisiones de óxidos de azufre y material particulado son aportadas mayoritariamente por las industrias localizadas en el municipio de Yumbo.

Fernández S. ⁵ en “Biomonitorización de la calidad del aire en los alrededores de La Robla (León)” hicieron un trabajo de biomonitorización la cual se basa en conocer las variaciones que la contaminación atmosférica induce en las comunidades liquénicas. Se trata del Índice de Pureza Atmosférica (IPA), calculado a partir del número de especies presentes y la frecuencia de cada una de ellas en las diferentes localidades de estudio. De las diferentes formulaciones existentes de este método, eligieron la descrita por Ammann *et al.* con las modificaciones introducidas por Nimis *et al.* quienes proponen el uso de una red de muestreo de 30 x 50 cm, con 10 rectángulos de 10 x 15 cm cada uno de ellos.

Con el fin de que el único factor ecológico variable entre las diversas estaciones de muestreo sea la contaminación atmosférica siguieron una serie de pautas. Las estaciones se sitúan en zonas donde no hay verdaderos bosques, evitando que se cree un microambiente distinto. De este modo, en cada estación se realizaron 5 inventarios, siempre sobre *Quercus pyrenaica*, ya que presenta una distribución más o menos uniforme en la zona de estudio, de diámetro comprendido entre 25–40 cm. Una vez elegido el forófito o árbol sobre el que se asientan los líquenes epífitos, se sitúa la red de muestreo sobre el tronco, de modo que la porción central coincida con la parte del tronco con máxima densidad de líquenes, a una altura entre 120 y 180 cm del suelo. Además, en cada estación se han tomado los siguientes datos: altitud, coordenadas U.T.M., fecha de realización de los inventarios, exposición, listado de especies y su presencia en cada uno de los rectángulos que conforman la red de muestreo. En cada inventario se calcula la frecuencia de cada especie como el número de rectángulos en los que aparece dicha especie (0 cuando la especie está ausente, la frecuencia máxima es 10). Posteriormente se suman todas las frecuencias de las distintas especies para calcular la frecuencia total (ft) del inventario.

El I.P.A. (Índice de Pureza Atmosférica) de cada estación viene dado por la relación entre la frecuencia total (ft) y el número de forófitos por estación (n): $I.P.A = \Sigma f t / n$

Con los datos obtenidos se elaboran una serie de mapas utilizando, por ejemplo, el programa *Surfer* (Golden Software Inc., Golden, Colorado, U.S.A.), con el fin de evitar interpretaciones subjetivas a la hora de cartografiar los resultados. Además, hemos utilizado el programa *Statística 4.5* para clasificar y ordenar la matriz de estaciones y especies.

Rincón G. Lázaro V.⁶ en “*Assessment of Responsibility for Pollution from PM₁₀ and Sulfur Dioxide and Application to an Industrial Area on the Northeastern Coast of Venezuela*” Este estudio propone una metodología para determinar el origen de las emisiones industriales con el fin de atribuir la responsabilidad a las industrias que contaminan pueblos cercanos. La metodología se ha aplicada a la zona industrial en la costa noreste de Venezuela. Esta zona está cerca de seis ciudades densamente pobladas. El estudio también da a los niveles estimados de PM₁₀ y SO₂ en las ciudades adyacentes a 11 industrias, a través de la modelización de la dispersión de los contaminantes del aire de fuentes estacionarias. El modelo utilizado ha sido el modelo de partículas de Lagrange LADISMO. Los resultados se discuten mediante la comparación de los valores estimados por el modelo con los límites propuestos por la Organización Mundial de la Salud y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

Aponte Carlos, Silva Juan, Lain Santiago⁷. en “Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos primarios de fuentes fijas puntuales en la Comuna 4 de la ciudad de Cali” El estudio revela los resultados obtenidos en desarrollo del proyecto “Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos primarios de fuentes fijas puntuales en la Comuna 4 de la ciudad de Cali” para el año 2006. El estudio se hizo con base en información primaria y secundaria; la información

primaria se obtuvo directamente de las empresas a través de formularios; la información secundaria fue obtenida de la Cámara de Comercio y de las declaratorias ambientales suministradas por las empresas a las autoridades ambientales. Esta información permitió realizar el proceso de censado, validación de la información y caracterización de la zona de estudio. Una vez evaluada la información, fue necesario hacer una revisión y ajuste al Cuestionario de Declaratoria Ambiental, de acuerdo con las exigencias de la norma relacionada con la contaminación atmosférica y seguidamente se hizo la aplicación a todas las empresas seleccionadas.

Una vez depurada la información, se clasificaron 260 industrias: por actividad económica, procesos productivos, tipo de fuentes fijas y el tipo de combustible utilizado. Posteriormente se hizo el cálculo de emisiones de contaminantes primarios (PST, SO_x, NO_x, CO y COVs) por medio de factores de emisión. Cálculos que permitieron finalmente estimar la contribución de emisiones de fuentes fijas por contaminante.

Se pudo establecer que el sector de fibras y textiles fue el mayor generador de emisiones de material particulado (PST) con el 50% del total de las 182 ton/ año emitidas por las fuentes fijas inventariadas. Esto debido a que cinco (5) de sus industrias operan sus calderas con carbón como combustible sin ningún tipo de control y 165 ton/año de COVs por el sector metalmecánico y artes gráficas, contaminantes que afectan el sistema respiratorio de las personas.

Echeverri C.⁸ en “Estimación de la emisión de gases de efecto invernadero en el municipio de Montería (Córdoba, Colombia)” En este trabajo se presenta la primera versión del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero para el año de 2005 en el municipio de Montería (Córdoba, Colombia). Este inventario incluye las emisiones provenientes de los vehículos automotores, los rellenos sanitarios y las

fuentes biogénicas. No se tuvieron en cuenta las fuentes puntuales por ser estas muy escasas en la zona de estudio y generar contaminantes diferentes a los gases de efecto invernadero.

Los estimativos que aquí se presentan no corresponden a valores absolutos; las cifras son el producto de métodos indirectos de cálculo, que deben ser interpretados como indicadores de las cantidades realmente emitidas. Se presentan con el fin de ilustrar el orden de magnitud en que pueden estar las descargas al ambiente y las principales actividades que las producen.

García José⁹. "Influencia de la meteorología en la calidad del aire en la zona metropolitana del valle de México" Se presenta el impacto en la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México debido a la meteorología y a las emisiones: industriales, del volcán Popocatepetl y de las ciudades vecinas esto se evalúa mediante el empleo de un modelo numérico de la calidad del aire. Se mencionan los diferentes patrones meteorológicos y el transporte de contaminantes que son relevantes en la región. Se concluye que las medidas de control de contaminantes deben considerar un enfoque regional.

Mendoza, A; García, M¹⁰. "Aplicación de un modelo de calidad del aire de segunda generación a la zona metropolitana de Guadalajara, México" En este trabajo se presenta una primera aplicación de uno de dichos modelos, del *California/Carneige Institute of Technology* (CIT), a la ZMG. El período de modelación seleccionado abarca del 16 al 18 de mayo de 2001, y el dominio de modelación cubre una región de 25,600 km² centrado en la ZMG. La evaluación estadística del desempeño del modelo indica que el CIT tuvo un mejor comportamiento durante los dos últimos días de modelación. En este período, respecto al O₃, el sesgo normalizado fue menor a 23.5 %, el error normalizado menor a 36.5 % y el índice diario de ajuste superior a 0.8. Asimismo, el modelo fue capaz de reproducir el pico de O₃ con un

error inferior al 18 %. Estos valores, comparados con guías establecidas de evaluación de modelos de calidad del aire, indican un desempeño aceptable del modelo para el periodo simulado. No obstante, el desempeño respecto al CO fue regular, mientras que respecto al SO₂ y NO_x fue pobre, indicando que se requiere trabajo adicional para mejorar el desempeño general del modelo. Especialmente, el modelo tiende a representar mejor la dinámica de contaminantes en la zona occidente de la ZMG, y temporalmente se apreciaron áreas de mejora en la modelación durante los períodos nocturnos.

Céspedes Lourdes, Gerardo Garay, Hilario Jorge, Pastrana Nerida, Guadalupe Ramírez¹¹. “Niveles de contaminación ambiental producido por los gases de combustión interna del parque automotor en el casco urbano de la ciudad de Huánuco” La metodología utilizada fue la descriptiva explicativa, mediante la técnica de muestreo; encontrándose que más de 66.7% de los automóviles emiten gases contaminantes por encima de los LMP, siendo más críticos los fabricados antes de 1995 (85% fuera de los LMP); mientras que las camionetas fabricadas antes de 1995, un 75% están fuera de los LMP, las demás mayoritariamente se encuentran dentro de los LMP y finalmente los trimóviles, de reciente incursión en el mercado, se encuentran dentro de los LMP. Esto nos permitió determinar que la Plaza de Armas es el área donde se genera la mayor cantidad de emisión de gases contaminantes, sin embargo, los puntos individuales de mayor riesgo son las esquinas de los Jr. Dos de mayo y Dámaso Beraún y el Jr. Huánuco y Huallayco.

2.2 Bases teóricas.

Inventario de emisiones

Un inventario de emisiones es el elemento base para desarrollar un programa de calidad del aire consistente y con posibilidades de llegar a una reducción equitativa

y eficaz de las emisiones que producen las industrias, los comercios y servicios, los vehículos automotores, los suelos y la vegetación.

Por otra parte, un inventario completo, detallado y validado, permite identificar con mayor precisión las fuentes que contribuyen con la mayor proporción de las emisiones contaminantes, permitiendo así el identificar e instrumentar acciones con metas cuantificables en términos de la reducción de emisiones alcanzada. EPA. 2000

Para la EPA, 1999. citado por Echeverri C.¹² Un inventario de emisiones es un listado actualizado y amplio de las emisiones de contaminantes atmosféricos, por fuente, de un área geográfica específica durante un intervalo de tiempo determinado. Así mismo un inventario de emisiones es el elemento base para desarrollar un programa de calidad del aire consistente y con posibilidades de establecer estrategias de reducción pertinentes, equitativas y eficaces de las emisiones producidas por la industria, el comercio, el parque automotor y las actividades agropecuarias. Adicionalmente, brinda a los responsables de la planificación en materia de calidad del aire, y también a investigadores, gerentes de industrias, funcionarios gubernamentales en el área de salud pública y promotores ambientales, una herramienta imprescindible para la evaluación y gestión de la calidad del aire que proporciona información sobre todas las fuentes de emisión, y define la ubicación, magnitud, frecuencia, duración y contribución relativa de estas emisiones; permite identificar las fuentes en las cuales deben aplicarse medidas de control; permite realizar análisis de costo-efectividad de las medidas de control y evaluar los programas de mejoramiento de la calidad del aire. Son muchas las aplicaciones que pueden darse a los inventarios, como, por ejemplo, el aporte de datos para los procesos de modelación de la calidad del aire o para las técnicas de estimación objetiva de la calidad del aire. Además, resultan

imprescindibles en el seguimiento del grado de cumplimiento de los fines perseguidos, tanto en proyectos de nivel global, como los referidos a fenómenos tales como la lucha contra el cambio climático, o en programas de índole local, que se plasman en los distintos planes de gestión de la calidad ambiental.

Echeverri Carlos¹². Factores de Emisión Basados en los Censos.

Los factores de emisión relacionan la cantidad de un contaminante emitido con una unidad de actividad. Estos pueden estar basados en el proceso o en el censo. En general, los primeros son utilizados para las fuentes puntuales; mientras que los segundos lo son para las fuentes de área. El uso de factores de emisión basados en el censo es un método eficiente para tipos de fuentes de emisión que están dispersas y son numerosas, que no pueden ser caracterizadas por el conocimiento de las tasas de proceso, de consumo de combustible y/o de alimentación de material. Comparado con otras técnicas de estimación de emisiones (TEEs), el uso de factores de emisión basados en el censo es la opción más costo-efectiva, dado que los datos de los censos están disponibles para la mayor parte de las regiones del inventario, en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). - INEI en el Perú - Sin embargo, cabe señalar que gran parte de los factores de emisión basados en el censo han sido desarrollados a partir de datos estadounidenses. Con el tiempo, estos factores deberán ser reemplazados con otros desarrollados a partir de datos nacionales. En la medida en que esto suceda, los factores de emisión basados en el censo van a constituir un método sumamente eficiente para el cálculo de emisiones. Radian International¹³.

Evaluación de la calidad del aire

La calidad del aire se evalúa mediante la medición de diferentes compuestos atmosféricos considerados como contaminantes criterio, entre ellos se encuentra el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO₂), los óxidos de nitrógeno

(NOx), las partículas suspendidas totales (PST), fracciones gruesa (PM10) y fina (PM2.5), el plomo y el ozono. La concentración de contaminantes secundarios (p.e. el ozono, el formaldehído y el glioxal) a nivel del suelo dependen de sus precursores como lo son los NOx, los compuestos orgánicos volátiles (COV), la radiación luminosa, condiciones meteorológicas y la topografía.

La calidad del aire en una región depende principalmente de las emisiones industriales, vehiculares y de actividades humanas y las condiciones meteorológicas. García J¹⁴.

Índices de calidad del aire

Las tendencias de los índices de calidad del aire indican que los esfuerzos para controlar y abatir el problema de la contaminación del aire en las grandes ciudades han tenido un éxito parcial (INE 2000, Zuk *et al.* ¹⁵). Citado por Mendoza, A; García, M.¹⁶ La dificultad en diseñar estrategias de control efectivas para reducir los niveles de contaminantes atmosféricos recae en la naturaleza altamente no lineal de la química atmosférica y la complejidad de las interacciones químicas y físicas que se dan en la atmósfera. Mendoza, A; García, M¹⁶.

La contaminación del aire es un importante problema de salud ambiental que afecta a países desarrollados y en desarrollo de todo el mundo. En una escala global, se emiten a la atmósfera grandes cantidades de partículas y gases potencialmente nocivos que afectan la salud humana y el ambiente y que en el largo plazo dañan los recursos necesarios para el desarrollo sostenible del planeta.

Existen tres grandes fuentes de contaminación del aire provenientes de actividades humanas: fuentes estacionarias, móviles y de interiores. En los países en desarrollo, la contaminación del aire en interiores debido al uso de fuego abierto para la cocina y la calefacción puede ser un problema grave. Se ha estimado que aproximadamente 1,9 millones de personas mueren cada año debido a la

exposición a concentraciones altas de partículas suspendidas en ambientes interiores de áreas rurales, mientras que la mortalidad en exceso por la exposición a partículas suspendidas y dióxido de azufre en exteriores llega a 500.000 personas anualmente. Si bien la base de datos sobre el aire en interiores es limitada debido a los escasos resultados de monitoreo, estos estimados indican que en los países en desarrollo puede haber un grave problema de contaminación del aire en interiores.

Por lo general, los contaminantes del aire se clasifican en partículas suspendidas (polvos, neblinas, humos), contaminantes gaseosos (gases y vapores) y olores. Actualmente, la concentración de partículas en el aire se mide a través de dispositivos de muestreo específicos para el tamaño de las muestras. Por lo tanto, la masa de partículas con un diámetro inferior de 10 μm (MP_{10}) se puede determinar como un índice de la concentración de la masa de partículas que pueden penetrar en el tórax del ser humano. La concentración de masa de las partículas con un diámetro menor de 2,5 μm ($\text{MP}_{2,5}$) es un medio para medir la concentración gravimétrica total de varios tipos de partículas químicamente diferenciados que se emiten al ambiente o que se forman en él como partículas muy pequeñas.

Por lo general, las partículas finas y gruesas provienen de fuentes diferentes y tienen mecanismos de formación distintos, aunque es probable que haya cierta superposición. Elementos biológicos como las bacterias, el polen y las esporas también se pueden encontrar en las partículas gruesas. Las partículas finas y gruesas normalmente se comportan de manera diferente en la atmósfera. Estas variaciones deben tomarse en cuenta al interpretar valores monitoreados en sitios específicos y el comportamiento de las partículas después de que ingresan a las viviendas y edificios, donde las personas pasan la mayor parte de su tiempo. Las

partículas finas generalmente permanecen más tiempo en la atmósfera (de días a semanas) que las partículas gruesas y tienden a dispersarse de manera más uniforme en un área urbana o en una región geográfica extensa. Las partículas más grandes se depositan más rápidamente que las pequeñas.

Esto da lugar a que en una región la concentración de la masa total de partículas más gruesas sea menos uniforme que la de partículas finas. OMS ¹

Factores que afectan la concentración de los contaminantes del aire.

La concentración local de los contaminantes del aire depende de la magnitud de las fuentes y de la eficiencia de su dispersión. Las variaciones diarias en las concentraciones están más afectadas por las condiciones meteorológicas que por los cambios en la magnitud de las fuentes. El viento es un elemento clave en la dispersión de los contaminantes del aire: para fuentes ubicadas en el nivel del suelo, la concentración de los contaminantes tiene una relación inversa con la velocidad del viento. La turbulencia también es importante: un espacio accidentado, como el que presenta un conglomerado de edificios, tiende a incrementar la turbulencia y la dispersión de los contaminantes OMS ¹.

Exposición a los contaminantes del aire

La exposición diaria total de un individuo a la contaminación del aire equivale a la suma de los contactos independientes que tiene con el aire contaminado cuando pasa a través de diferentes ambientes (también llamados microambientes) a lo largo del día, como el hogar, el trayecto de la casa al trabajo, la calle, etcétera. La exposición en cada uno de estos ambientes se puede estimar como el producto de la concentración del contaminante en cuestión y el tiempo que el individuo ha permanecido en tal ambiente.

Existen muchos factores que pueden explicar las sustanciales diferencias entre las concentraciones de contaminantes medidas en sitios centralizados y aquellas

medidas en las zonas respiratorias de los habitantes de la comunidad. Muchos de esos factores se pueden expresar a través de modelos que se han usado para estimar la distribución de las dosis asociadas con las concentraciones del aire ambiente. OMS ¹

Importancia de la contaminación del aire para la salud

A finales de los ochenta y en los noventa surgió una nueva base de datos de estudios epidemiológicos. Esta base de datos de estudios de series temporales se desarrolló primero en Estados Unidos y posteriormente en Europa y otras áreas. En esencia, el enfoque de las series temporales toma el día como la unidad de análisis y relaciona la ocurrencia diaria de eventos, como defunciones y admisiones hospitalarias, con la concentración promedio diaria de los contaminantes. Sin embargo, también considera cuidadosamente los factores de confusión como la estación, la temperatura y el día de la semana. Se han aplicado técnicas estadísticas poderosas y se han generado coeficientes que relacionan las concentraciones promedio diarias de los contaminantes con sus efectos. Se han demostrado asociaciones entre las concentraciones promedio diarias de las partículas, el O₃, el SO₂, la acidez transportada por el aire, el NO₂ y el CO. Si bien las asociaciones para cada uno de esos contaminantes no fueron significativas en todos los estudios, si se toma la evidencia en su totalidad, la consistencia de los resultados es sorprendente. Para las partículas y el O₃, muchos han coincidido en que los estudios no indican un efecto umbral. OMS ¹

Concentración de los contaminantes del aire y factores que afectan la sensibilidad.

La concentración de los contaminantes clásicos del aire en exteriores en Europa y Estados Unidos se ha tratado detalladamente en las Guías de Calidad del Aire para Europa OMS¹. En los países en desarrollo, los niveles de concentración de la

contaminación en exteriores son 10 veces mayores, según el Sistema de Información sobre Gestión de la Calidad del Aire (AMIS, por sus siglas en inglés), que es la principal fuente de información al respecto sobre países en desarrollo. Los contaminantes del aire en interiores generalmente se diferencian de los del aire en exteriores por el tipo y nivel de concentración. Los contaminantes en interiores incluyen el humo de tabaco en el ambiente, las partículas biológicas y no biológicas, los compuestos orgánicos volátiles, los óxidos de nitrógeno, el plomo, el radón, el monóxido de carbono, el asbesto, productos químicos sintéticos y otros. El deterioro de la calidad del aire en interiores ha sido asociado con una variedad de efectos sobre la salud, desde malestar e irritación hasta enfermedades crónicas y cáncer.

En una escala global, casi la mitad de los hogares del mundo emplean diariamente combustibles de biomasa como fuente de energía para la cocina o la calefacción. El humo de la biomasa contiene cantidades significativas de contaminantes importantes: CO, material particulado, HC y, en menor grado, NO_x. Sin embargo, también contiene muchos compuestos orgánicos, incluidos los HAP (hidrocarburos aromáticos policíclicos), sospechosos de ser tóxicos, carcinógenos, mutágenos o perjudiciales de alguna otra manera. En la China, la quema de carbón es una fuente importante de contaminación del aire en interiores y su humo contiene todos esos contaminantes y otros adicionales, como los óxidos de azufre y metales pesados como el plomo.

Una proporción desconocida pero significativa de quema de combustibles de biomasa se produce en condiciones de poca ventilación en las viviendas. Por consiguiente, parte de las concentraciones más altas de material particulado y otros contaminantes se encuentran en ambientes interiores de zonas rurales de los países en desarrollo. Debido a las altas concentraciones de contaminantes y a la gran cantidad de poblaciones expuestas, la exposición humana total a muchos

contaminantes del aire de importancia puede ser mucho mayor en las viviendas de los pobres en los países en desarrollo que en los exteriores de las ciudades en el mundo desarrollado.

La altitud, la temperatura y la humedad varían significativamente en todo el mundo. A mayor altitud, la presión parcial de oxígeno disminuye y, en compensación, la inhalación aumenta. En el caso de las partículas transmitidas por el aire, los mayores volúmenes de inhalación darán lugar a la ingesta de un mayor número de ellas. Por otro lado, en el caso de los contaminantes gaseosos, no se espera ningún aumento en los efectos respecto a aquellos esperados en el nivel del mar. La temperatura tiene un efecto importante en la salud, mientras que la humedad probablemente no causa un efecto significativo en la toxicidad de los contaminantes gaseosos.

La distribución de la población por grupos de edad varía notablemente de un país a otro. Las personas mayores tienden a ser más susceptibles a la contaminación del aire. Los niños muy pequeños también pueden estar en gran riesgo. Las personas con un bajo nivel de vida sufren deficiencias de nutrición, enfermedades infecciosas debido a condiciones insalubres de saneamiento y hacinamiento, además de tener un nivel insuficiente de atención médica. Cada uno de esos factores puede aumentar la susceptibilidad de los individuos a los efectos de la contaminación del aire. Las enfermedades que causan la estrechez de las vías respiratorias, una reducción en el área de la superficie de intercambio de gases del pulmón y una mayor alteración de la razón inhalación-perfusión pueden hacer al individuo más susceptible a los efectos de diversos contaminantes del aire. OMS ¹

Monitoreo y evaluación de la calidad del aire

Las tres herramientas principales para evaluar la calidad del aire son: i) monitoreo del ambiente; ii) modelos y iii) inventario o medición de emisiones.

La finalidad última del monitoreo no es simplemente recopilar datos sino proporcionar la información necesaria para que los científicos, los encargados de formular políticas y los planificadores tomen decisiones fundamentadas sobre la gestión y mejoramiento del ambiente.

El monitoreo cumple un papel central en este proceso, ya que brinda la base científica necesaria para el desarrollo de políticas y estrategias, el establecimiento de objetivos y la medición del cumplimiento de las metas y medidas coercitivas. No obstante, debe reconocerse que el monitoreo tiene limitaciones. Ningún programa de monitoreo, aunque esté bien fundamentado y diseñado, puede aspirar a cuantificar de manera integral los patrones de contaminación del aire en el espacio y en el tiempo. En muchas circunstancias, las mediciones por sí solas pueden ser insuficientes o impracticables para definir cabalmente la exposición de la población en una ciudad o país. Por ello, el monitoreo a menudo debe usarse juntamente con otras técnicas objetivas de evaluación, incluidas la elaboración de los modelos, la medición y la elaboración de inventarios de emisiones, la interpolación y elaboración de mapas. En el mejor de los casos, el monitoreo proporciona una figura incompleta, aunque útil, de la calidad actual del ambiente.

Del mismo modo, tampoco se puede confiar únicamente en la elaboración de modelos de simulación. Si bien estos pueden ser una herramienta poderosa para la interpolación, la predicción y la optimización de las estrategias de control, la posibilidad de usarlos efectivamente depende de la disponibilidad de datos de monitoreo reales y validados de forma apropiada. Además, es importante que los modelos usados sean apropiados para las condiciones, las fuentes y la topografía locales, y que sean compatibles con las bases de datos disponibles sobre las emisiones y la meteorología. Muchos modelos dependen de la disponibilidad de datos de emisiones confiables.

Un inventario completo de emisiones para una ciudad o país puede requerir emisiones de fuentes puntuales, de área y móviles. En algunos casos, se debe considerar si es necesario evaluar los contaminantes transportados al área en estudio. Los inventarios generalmente serán estimados con factores de emisión apropiados para los diferentes tipos de fuentes (verificados a través de la medición) y se usarán en conjunción con estadísticas de datos sustitutos como la densidad demográfica, el uso de combustibles, los kilómetros recorridos por los vehículos y la producción industrial. La medición de las emisiones generalmente estará disponible solo para fuentes puntuales grandes de tipo industrial o para tipos representativos de vehículos bajo condiciones estandarizadas de manejo.

Las tres herramientas de evaluación son interdependientes en alcance y aplicación. Por lo tanto, el monitoreo, la elaboración de modelos de simulación y la evaluación de las emisiones deben ser concebidos como componentes interrelacionados en todo enfoque integral para estudiar la exposición o determinar el cumplimiento de los criterios de calidad del aire.

La contaminación del aire es un problema de salud ambiental que afecta a los países desarrollados y en desarrollo de todo el mundo. A escala mundial, cada vez se emiten mayores cantidades de gases y partículas potencialmente nocivos, lo que daña la salud humana, el ambiente y los recursos necesarios para lograr un desarrollo sostenible en el planeta.

Las fuentes de contaminación del aire que se derivan de actividades humanas forman tres grandes tipos:

- Fuentes estacionarias. Estas se pueden subdividir en:
- Fuentes de zonas rurales, como la producción agrícola, la minería y la extracción de minerales.

- Fuentes industriales puntuales y del área, como la elaboración de productos químicos, productos minerales no metálicos, industrias metálicas básicas y generación de energía.
- Fuentes comunitarias, como la calefacción de viviendas y edificios, incineradores de residuos urbanos y de lodos provenientes de aguas residuales, chimeneas, cocinas y servicios de lavandería. - Fuentes móviles. Están compuestas por cualquier tipo de vehículos de combustión a motor, como vehículos ligeros con motor de gasolina, vehículos ligeros y pesados con motor de diesel, motocicletas, aviones, incluidas fuentes lineales como las emisiones del tránsito vehicular.
- Fuentes de interiores. Incluyen: consumo de tabaco, fuentes biológicas (como polen, ácaros, moho, insectos, microorganismos, alérgenos de mascotas, etcétera), emisiones de la combustión, emisiones de materiales o sustancias usadas en interiores como compuestos orgánicos volátiles, plomo, radón, asbesto, productos químicos sintéticos, etcétera.

Además, también existen fuentes naturales de contaminación, como las áreas erosionadas, los volcanes, algunas plantas que liberan grandes cantidades de polen, fuentes de bacterias, esporas, virus, etcétera. OMS¹. Los contaminantes del aire generalmente se clasifican en partículas en suspensión (polvos, gases, neblinas y humos), contaminantes gaseosos (gases y vapores) y olores.

Material particulado (MPS)

Las partículas suspendidas en el aire incluyen partículas totales en suspensión (PTS), MP₁₀ (MPS con diámetro aerodinámico mediano menor de 10 µm), MP_{2,5} (MPS con diámetro aerodinámico mediano inferior a 2,5 µm), partículas finas y ultrafinas, escape de diésel, ceniza del carbón, polvos

minerales (por ejemplo, carbón, asbesto, piedra caliza, cemento), polvos metálicos y humos (por ejemplo, cinc, cobre, hierro, plomo), neblinas ácidas (por ejemplo, ácido sulfúrico), partículas de fluoruro, pigmentos de pintura, partículas de plaguicidas, carbón negro, humo de petróleo, etcétera. Los contaminantes de las partículas suspendidas provocan enfermedades respiratorias y pueden causar cáncer, corrosión, destrucción de la vida vegetal, etcétera. También pueden generar molestias (por ejemplo, acumulación de suciedad), interferir con la luz solar (por ejemplo, difusión de la luz por smog y neblina) y actuar como superficies catalíticas para la reacción de productos químicos adsorbidos. Contaminantes gaseosos. Los contaminantes gaseosos incluyen compuestos de azufre (por ejemplo, dióxido de azufre [SO₂] y trióxido de azufre [SO₃], monóxido de carbono [CO], compuestos de nitrógeno (por ejemplo, óxido nítrico [NO], dióxido de nitrógeno [NO₂], amoníaco [NH₃]), compuestos orgánicos (por ejemplo, hidrocarburos [HC], compuestos orgánicos volátiles [COV], hidrocarburos aromáticos policíclicos [HAP], derivados halogénicos, aldehídos, etcétera), compuestos halogénicos (HF y HCl) y sustancias olorosas.

Los contaminantes secundarios se pueden formar a través de reacciones térmicas, químicas o fotoquímicas. Por ejemplo, por la acción térmica, el SO₂ se puede oxidar a SO₃, el cual, disuelto en agua, da lugar a la formación de la neblina ácida sulfúrica (catalizada por manganeso y óxidos de hierro). Las reacciones fotoquímicas entre el NO_x y los hidrocarburos reactivos pueden generar ozono (O₃), formaldehído (HCHO) y peroxi-acetil-nitrato (PAN) y las reacciones entre HCl y HCHO pueden formar éter diclorometílico.

Olores. Si bien se sabe que algunos olores son provocados por agentes químicos específicos, como el sulfuro de hidrógeno (H₂S), el disulfuro de

carbono (CS_2) y los mercaptanos (R-SH , R_1S R_2), otros son difíciles de definir químicamente.

Un inventario de concentraciones contaminantes del aire resume los resultados del monitoreo de estos contaminantes. Los datos se expresan en función de los promedios anuales, percentiles y tendencias de los parámetros medidos. En la mayoría de los países desarrollados, los compuestos medidos para tal inventario incluyen SO_2 , óxidos de nitrógeno (NO_x), MPS , CO , O_3 , metales pesados, HAP y COV. En los países en desarrollo generalmente se monitorean los compuestos "clásicos": SO_2 , NO_x , MPS , CO , O_3 y plomo. (OMS 2000).

Aspectos fisicoquímicos de la contaminación del aire y unidades usadas para describir las concentraciones de los contaminantes del aire

Para comparar las concentraciones de contaminantes del aire en diferentes países, se requiere un sistema consistente de unidades. Tanto para los gases como para las partículas, la OMS ha adoptado un sistema de masa por unidad de volumen, con concentraciones generalmente expresadas como mg/m^3 . Es importante especificar la temperatura ambiental y la presión atmosférica, ya que estas condiciones determinan el volumen de una masa de aire. Esto, además, es muy importante para considerar los contaminantes en una escala global.

El sistema alternativo, basado en la razón de mezcla del volumen, se aplica solo a gases. Por ejemplo, en este sistema la concentración de gas se expresa en partes por billón. Si se parte de un comportamiento ideal de los gases, dicha concentración no depende de las condiciones de muestreo, ya que estas afectarán el aire que contiene el contaminante y el contaminante mismo en idéntica medida. Por lo tanto, un gas presente en una parte por millón ocupa un cm^3 por m^3 de aire contaminado;

es decir, está presente como una molécula por 1×10^6 moléculas y ejerce una presión parcial de 1×10^{-6} atmósferas.

Los dos sistemas se pueden convertir entre sí bajo condiciones ideales: un mol de gas ocupa 22,4 litros a 273 °K y a 13 mb de presión (condición que se llama temperatura y presión estándar de aire seco; STPD, por sus siglas en inglés). La fórmula de conversión es:

$$\text{mg/m}^3 = \text{ppm} \times (\text{peso molecular/volumen molar})$$

$$\text{Volumen molar} = 22,4 \times T \times 1.013/273 \times P$$

T = temperatura absoluta (K)

P = presión atmosférica (mb) (OMS¹).

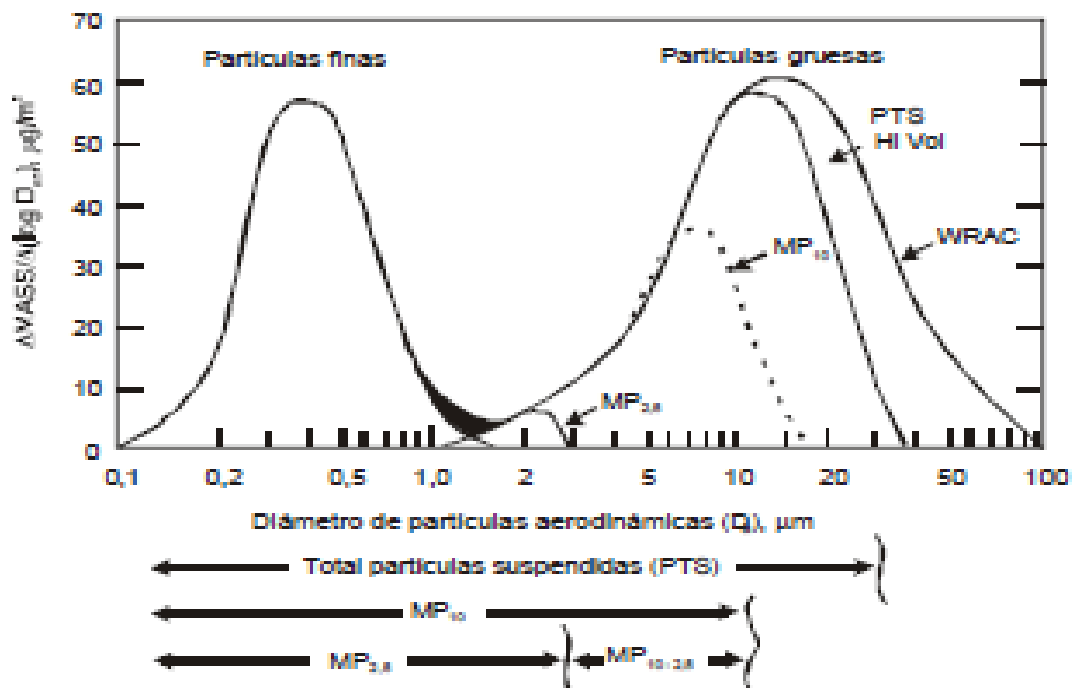


Gráfico 01. Ejemplo representativo de la distribución de masa de las partículas en el ambiente en función del diámetro de las partículas aerodinámicas. Un captador de partículas de alto volumen (WRAC) proporciona un estimado de la distribución total de las partículas gruesas. Las restricciones de ingreso del muestreador de alto volumen para las PTS, el muestreador de MP₁₀ y el muestreador de MP_{2,5} reducen la masa total que llega al filtro de muestreo.

Fuente: EPA¹⁷

Las técnicas que actualmente se usan para medir la concentración de la masa de las partículas en el aire emplean dispositivos para muestrear tamaños específicos y, por lo tanto, la masa de partículas con un diámetro inferior de 10 μm (MP_{10}) se puede determinar como un índice de la concentración de la masa de partículas que pueden penetrar en el tórax del ser humano. Los dispositivos de muestreo permiten una separación suficientemente confiable de partículas de mayor o menor tamaño que el especificado. Para mayor precisión, será necesario definir el porcentaje de la masa de partículas en el rango de tamaño específico aceptado por el sistema de muestreo (10 μm en el ejemplo anterior). Una carga de muestreo de MP_{10} acepta 50% de partículas de diámetro aerodinámico de exactamente 10 μm , con una fracción de aceptación de rápido aumento para las partículas de diámetro menor y de rápida disminución para las partículas de diámetro mayor.

La concentración de masa de las partículas con un diámetro menor de 2,5 μm ($\text{MP}_{2,5}$) es un medio para medir la concentración gravimétrica total de varios tipos de partículas químicamente diferenciados que se emiten al ambiente o que se forman en él como partículas muy pequeñas. En la primera categoría (las que se emiten) se encuentran las partículas carbonosas del humo de la madera y las provenientes de las emisiones de motores Diesel. La otra categoría (las que se forman en el ambiente) incluye las partículas carbonosas que se generan durante la secuencia de la reacción fotoquímica que también conduce a la formación de O_3 , así como las partículas de sulfato y nitrato que resultan de la oxidación de SO_2 y el óxido de nitrógeno liberado durante la combustión y sus productos de reacción.

La fracción de partículas gruesas, aquellas con diámetros aerodinámicos mayores de 2,5 μm , está compuesta principalmente de tierra y ceniza mineral que se dispersan mecánicamente en el aire. En términos químicos, las fracciones finas y las gruesas son mezclas complejas. Mientras estén en equilibrio en el aire, existe

un equilibrio dinámico en el que ingresan al aire aproximadamente a la misma velocidad a la que salen. En climas secos, las concentraciones de partículas gruesas se equilibran mediante la dispersión en el aire, la mezcla con las masas de aire y la sedimentación gravitacional, mientras que las concentraciones de partículas finas están determinadas por las velocidades de formación, de transformación química y factores meteorológicos. La concentración tanto de partículas finas como de partículas gruesas se agota efectivamente a través de la captación dentro y debajo de la nube por precipitación. Véase el cuadro N° 02 para mayor detalle sobre estas diferencias.

Cuadro 02. Comparación entre partículas finas y gruesas.

	Partículas finas	Partículas gruesas
Formado de:	Gases	Sólidos grandes/gotas pequeñas
Formado por:	Reacción química; nucleación; condensación; coagulación; evaporación de niebla y gotas de nubes donde los gases se han disuelto y reaccionado.	Disrupción mecánica (por ejemplo, trituración, abrasión de superficies); evaporación de atomizadores; suspensión de polvo.
Compuesto de:	Sulfato SO ₄ ⁼ ; nitrato NO ₃ ⁻ ; amonio, NH ₄ ⁺ ; ion hidrógeno, H ⁺ ; carbón elemental; compuestos orgánicos (por ejemplo, hidrocarburos aromáticos policíclicos); metales (por ejemplo, Pb, Cd, V, Ni, Cu, Zn, Mn, Fe); agua ligada a las partículas.	Polvos resuspendidos (por ejemplo, polvos del suelo, polvos de la calle); ceniza de carbón y petróleo, óxidos metálicos de elementos presentes en la corteza terrestre (Si, Al, Ti, Fe); CaCO ₃ , NaCl, sal marina; polen, esporas de moho; fragmentos de animales y plantas; restos de llantas gastadas.
Solubilidad	Muy soluble, higroscópico y deliquescente	Muy insoluble y no higroscópico
Fuentes	Combustión de carbón, aceite, gasolina, diesel, madera; productos de transformación atmosférica de NO _x , SO ₂ y compuestos orgánicos incluidas las especies biogénicas (por ejemplo, terpenos), procesos de altas temperaturas, fundición, fábricas de acero, etcétera.	Resuspensión del polvo industrial y de la tierra que permanece en los caminos; suspensión de tierra removida (por ejemplo, por la agricultura, minería, caminos no pavimentados); fuentes biológicas; construcción y demolición; combustión de carbón y de aceite; brisa marina.
Vida útil	De días a semanas	De minutos a horas
Distancia de viaje	Cientos a miles de kilómetros	< 1 a decenas de kilómetros

Fuente: EPA (1995a, b).

Como se indica en el cuadro N °.1, si bien es probable que algunas veces haya superposición, por lo general las partículas finas y gruesas provienen de fuentes diferentes y tienen mecanismos de formación distintos. Las partículas finas primarias se forman por la condensación de vapores de altas temperaturas durante la combustión. Las partículas finas secundarias por lo general se forman por gases de tres maneras:

- Nucleación (es decir, las moléculas de gas que se reúnen para formar una partícula nueva).
- La condensación de gases en partículas existentes.
- Por reacción de los gases absorbidos en gotas pequeñas.

Las partículas que se forman por nucleación también se coagulan para formar partículas de agregados relativamente más grandes o gotitas cuyos diámetros oscilan entre 0,1 y 1,0 mm y, por lo general, estas partículas no llegan a ser gruesas. Las partículas se forman debido a la reacción química de los gases en la atmósfera que conducen a la formación de productos con una presión de vapor muy baja para formar una partícula o que reaccionan hasta formar una sustancia con una baja presión de vapor. Algunos ejemplos incluyen:

- La conversión de SO_2 a gotas pequeñas de ácido sulfúrico (H_2SO_4).
- Las reacciones de H_2SO_4 con NH_3 para formar bisulfato amónico (NH_4HSO_4) y sulfato amónico ($\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.
- La conversión de NO_2 a vapor de ácido nítrico (HNO_3), el cual reacciona con el NH_3 para formar nitrato de amonio (NH_4NO_3).

Si bien algunas partículas emitidas directamente se encuentran como partículas finas, la masa de partículas finas se compone principalmente de partículas secundarias formadas por gases.

En cambio, la mayoría de las partículas gruesas se forman directamente como partículas y surgen de la disrupción mecánica como triturado, evaporación de pulverizadores o suspensión de polvo proveniente de las actividades de construcción y agrícolas. Por lo general, la mayoría de las partículas gruesas se forma cuando las masas más grandes se desintegran en masas menores. Las consideraciones energéticas normalmente limitan los tamaños de las partículas a menos de 1,0 mm de diámetro. Algunas partículas minerales generadas por combustión, como la ceniza presente en el aire, también se encuentran dentro de la masa de partículas gruesas.

Elementos biológicos como las bacterias, el polen y las esporas también se pueden encontrar en la masa de las partículas gruesas. OMS ¹

Calentamiento Global

Cuando está presente en la troposfera superior, el ozono es un gas de efecto invernadero muy eficaz. Las estrategias para reducir las concentraciones de ozono en los ámbitos urbanos y regionales tal vez ayuden a limitar la contribución del ozono troposférico al efecto invernadero y el calentamiento global CEC¹⁸.

Los seres humanos contribuyen a la formación de ozono troposférico sobre todo mediante la quema de combustibles fósiles en el transporte, la industria y las centrales eléctricas. La evaporación de combustibles líquidos y solventes se incorpora a la formación de ozono.

Dispersión de contaminantes

La concentración de los contaminantes atmosféricos depende fundamentalmente de las condiciones de dispersión de la atmósfera.

La dispersión, es decir, el transporte de los contaminantes en el aire depende del estado de la atmósfera y de las condiciones meteorológicas (turbulencias atmosféricas, velocidad y dirección del viento, radiaciones solares, etc.). Diferentes

tipos de fenómenos de dispersión de los contaminantes provocan bien acumulación en zonas próximas a las fuentes de emisión o transporte de estos a zonas más o menos alejadas.

La estabilidad atmosférica dificulta la dispersión de los contaminantes y, en consecuencia, contribuye a la acumulación de estos cerca de las fuentes emisoras. Existe una relación evidente entre la intensidad del viento y los niveles de concentraciones de los contaminantes. La dispersión de los contaminantes aumenta con la velocidad y la turbulencia del viento.

Monitoreo y evaluación de la calidad del aire, herramientas y funciones de la evaluación

Existen algunas metodologías y sistemas usados para evaluar la calidad del aire ambiental, especialmente en relación con el requerimiento de que la exposición de la población sea evaluada y para determinar el cumplimiento de las normas o guías. Los contaminantes considerados en detalle son el SO₂, el NO₂, el CO, el O₃, el MPS y el plomo. Estos tienen una serie de impactos potencialmente agudos y crónicos en la salud de la población. Por consiguiente, para evaluar la calidad del aire a partir de las guías, es probable que se necesite considerar varias escalas de tiempo para los efectos, en un rango de 10 minutos (SO₂) a un año (NO₂, SO₂, Pb).

Las tres herramientas principales para evaluar la calidad del aire son:

- Monitoreo del aire
- Modelos
- Inventarios o medición de emisiones.

La finalidad última del monitoreo no es simplemente recopilar datos sino proporcionar la información necesaria para que los científicos, los encargados de formular políticas y los planificadores tomen decisiones fundamentadas sobre la gestión y mejoramiento del ambiente.

El monitoreo cumple un papel principal en este proceso, ya que brinda la base científica necesaria y segura para el desarrollo de políticas y estrategias, el establecimiento de objetivos y la medición del cumplimiento de las metas y medidas coercitivas. OMS ¹

Los inventarios generalmente serán estimados con factores de emisión apropiados para los diferentes tipos de fuentes (verificados a través de la medición) y se usarán con estadísticas de datos sustitutos, como la densidad demográfica, el uso de combustible, los kilómetros recorridos por los vehículos y la producción industrial. La medición de las emisiones generalmente estará disponible solo para fuentes puntuales grandes de tipo industrial o de tipos representativos de vehículos bajo condiciones estandarizadas de conducción.

Las tres herramientas de evaluación son interdependientes en alcance y aplicación. Por lo tanto, el monitoreo, los modelos de simulación y las evaluaciones de las emisiones deben ser concebidos como componentes interrelacionados en todo enfoque integral para evaluar la exposición o determinar el cumplimiento de los criterios de calidad del aire. Por consiguiente, para obtener una figura completa de la exposición de la población, se tendrán que complementar los datos de monitoreo del ambiente con información de reportes sobre la exposición en microambientes y la exposición individual.

Desde el punto de vista histórico, estos han proporcionado la mayoría de los datos usados para la evaluación de la exposición, y en algunas publicaciones recientes se ha abordado el monitoreo de la exposición en microambientes y a nivel individual OMS¹

Factores de emisión

Los factores de emisión son valores que relacionan la cantidad emitida de un contaminante con la actividad del equipo asociada con dicha emisión. Estos

factores se expresan normalmente como un cociente entre la masa del contaminante emitido y el peso, volumen, distancia o duración de la actividad que provoca la emisión; por ejemplo, kilogramos de partículas por tonelada de hierro gris producido, o kilogramos de compuestos orgánicos volátiles por días de operación de la planta industrial, etc. Por lo general, en la elaboración de inventarios de emisiones de fuentes fijas se utilizan los factores de emisión por proceso reportados en el documento AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors. US EPA¹⁹

Los factores de emisión están dados para el GLP, Kerosene y GN. se obtienen de la EPA, de las tablas 1.3-1, 1.3-7, 1.4-1 y 1.4-2, del AP-42 y se presentan en la tabla siguiente.

Tabla N° 1: Factores de emisión por combustibles (Kg contaminante/10³m³ de combustible)

	COVs	CO	NOx	SOx	MP10	MP2.5	Unidad
Combustible							
GLP	87.5	221.7	1090.4	1.7	33.6	33.6	Kg/1000m ³
Kerosene	83.9	575.2	2085.2	4925.5	129.4	99.5	Kg/1000m ³
GN	0.1	0.6	1.5	0	0	0	Kg/1000m ³

Fuente: AP-42;EPA

Solventes de uso Doméstico

Para el caso de la categoría solventes de uso doméstico, gran variedad de productos utilizados en aplicaciones domésticas contiene solventes y estos a su vez contienen (COVs) que son emitidos directamente a la atmosfera *Emissions Estimation Technique Manual for Aggregated Emissions from Domestic/Commercial Solvent and Aerosol Use, Environment Australia*

La Ecuación propuesta por EMEP/EEA para el uso de otros solventes de uso doméstico es la siguiente:

$$E=C \times FE$$

Donde:

E: Emisión COVs (Ton/año)

FE: Factor de Emisión (Ton/año)

C: Cantidad de producto usado en el sector (ton/año)

La proporción de solventes contenidos en un producto, eliminados a la atmósfera variará dependiendo de la manera en que se utiliza. Según estudios de la EPA se asume que el 100% de las emisiones de COVNM a la atmósfera, excepto en el caso de productos que se utilicen diluidos en agua (lavalozas, detergentes, blanqueadores, etc.), en cuyo caso se asume generalmente el 1%, para productos que se eliminan con agua después de realizar su función (es decir, jabones, pasta de dientes, productos de limpieza, etc.), se asignan factores de entre 5% y 50% COVNM emitidos a la atmósfera.

La EPA por su parte establece la siguiente ecuación, destacando la utilización de emisión por población total.

$$E=P \times FE$$

Donde:

E: Emisión COVs (lb/año)

FE: Factor de Emisión per cápita (lb COV/persona/año)

P: Población (número de habitantes)

Debido a que no existe información de base necesaria para la cuantificación de la cantidad de solventes utilizados en el sector doméstico, se ha optado por la utilización del enfoque metodológico de la EPA, ya que los factores de emisión de COVs están asociados al consumo per cápita, el cual puede ser multiplicado por la población total en el área de estudio.

Tabla N° 02: Factores de emisión para compuestos orgánicos volátiles COVs

Factores de Emisión para COVs		
Producto	Factores de emisión	Unidad
Productos de Aerosol	0.046	Kg /hab-año
Productos Domesticos	0.36	Kg /hab-año
Productos de cuidado personal	1.05	Kg /hab-año
Productos de cuidado Automotriz	0.61	Kg /hab-año
Adhesivos y Selladores	0.26	Kg /hab-año
Pesticidas comerciales y domesticos	0.81	Kg /hab-año
Productos miscelaneos	0.03	Kg /hab-año

Fuente: EPA Manual del programa de mejoramiento del inventario de emisiones (EIIP), Volumen III, Capítulo 5, Emission Estimation Technique Manual for Aggregated Emissions from Domestic/Commercial Solvent and Aerosol Use, 1999 pag 7

Pintura Arquitectónica

Las pinturas arquitectónicas están asociadas a la emisión de COVs, variando su generación en función de los productos constituyentes.

La EPA, establece un factor de emisión para cada tipo de pintura y el nivel de actividad lo relaciona con la cantidad de pintura usada, a través de la ecuación:

$$E = \sum FE \times NA / \sum NA$$

Donde:

E: Emisiones

FE: Factor de Emisión para cada pintura en lb/gal

NA: Cantidad de Pintura Usada en Galones

Por su parte la UE5 y NPI6, utilizan enfoques similares, utilizando las ventas anuales totales para la estimación de emisiones

Considerando que las fuentes de información disponibles no dan cuenta del nivel de actividad en términos de venta de pinturas, se ha establecido que el enfoque del Inventario de Emisiones se ajusta a la realidad local, por lo que se puede considerar

el mismo método de estimación utilizado en inventarios anteriores. La ecuación que describe la metodología es la siguiente:

$$E = P \times FE$$

Donde:

E = Emisión COVs (ton /año)

FE = Factor de emisión per cápita (ton/persona/año)

P = Población

Tabla N° 03 Factores de emisión para COVs Pintura Arquitectónica

Factores de Emisión para COVs Pintura Arquitectónica		
Item	Factores de emisión	Unidad
Pintura Arquitectónico	1.36	Kg /hab-año

Fuente: DDF, 1995

Uso de Adhesivos

Debido a que no se registra información diferenciada del consumo de adhesivos por comuna, se utiliza la metodología que emplea factores de emisión asociadas a la población. Dicha metodología se basa en la aplicada para el desarrollo del inventario de Emisiones de México, y que además empleó la Universidad Católica de Temuco en el inventario año base 2005.

Será utilizada la siguiente ecuación para la obtención de las emisiones de los solventes seleccionados:

$$E = NA \times FE$$

Donde:

E : Emisión COVs (Kg/año)

F : Factores de emisión (kg COVs/persona/año)

NA: Número de habitantes del área de estudio.

Emisiones Residenciales de NH₃

Tanto en la EMEP/EEA como EPA, se realizan estimaciones de amoníaco para actividades y procesos asociados tanto a animales como seres humanos, utilizando el mismo enfoque metodológico específico, mediante el cálculo con factor de emisión, sin embargo, el número utilizado para el cálculo difiere en especificidad.

$$E = NA \times FE$$

Donde:

E: Emisión NH₃ (Ton/año)

F: Factores de emisión (Ton NH₃/persona/año)

NA: Número de habitantes por rango etario específico.

Tabla 04 Factores de emisión para fuentes evaporativas de NH₃ de la población.

Fuente	Factores de emisión -Evaporativas de NH ₃	
	Factores de emisión	Unidad
Respiración humana	0.0016	Kg NH ₃ /hab-año
Transpiración humana	0.25	Kg NH ₃ /hab-año
Pañal desechable de niño < 3 años	0.16	Kg NH ₃ /hab-año
Residuo de adultos	0.023	Kg NH ₃ /hab-año
Perros	2.49	Kg NH ₃ /hab-año
Gatos	0.82	Kg NH ₃ /hab-año

Fuente: Vol V, Sección 11.6 Emisiones domésticas de amoníaco SERNAMAT, 1997.

Tabla 05 Proporción de animales, perros y gatos según tipo de zona (mascotas/habitante)

Tipo de zona	Proporción- perros	Proporción - gatos
Urbana (>800,000 habitantes)	0.0016	Kg NH ₃ /hab-año
Sub urbana (200,000-800,000 habitantes)	0.25	Kg NH ₃ /hab-año
Rural (<200,000 habitantes)	0.16	Kg NH ₃ /hab-año

Fuente: Vol V, Sección 11.6-1 SERNAMAT, 1997.

Fuentes evaporativas comerciales

Distribución de combustibles

Las emisiones evaporativas de COV durante el transporte, se originan en el desplazamiento o generación de vapores durante la carga y descarga del combustible y dependen de su modo de operación, siendo sus emisiones mayores en el caso que los camiones no cuenten con sistema de traspaso de vapores.

Las emisiones se calculan usando la siguiente ecuación:

$$L1 = 12,46 \times S \times P \times M \times T \times (1 - Eff/100)$$

Donde:

L1 : Pérdidas por llenado (libras/1000 galones líquidos cargados)

S : Factor de saturación

P : Presión de vapor real del líquido cargado

M : Peso molecular de vapores (lb/lb Mol)

T : Temperatura del líquido cargado R (R=F+460)

Eff : Eficiencia de recuperación de vapores.

El factor de saturación (S) involucrado en el cálculo de las emisiones asociadas al transporte de combustibles, depende del modo de operación de la carga de los líquidos. En la estimación a desarrollar se utilizará el valor que supone llenado sumergido de estanque normal (S=0,6), el cual no incluye control de las emisiones evaporativas de COV. En la siguiente tabla se muestran dichos valores.

Tabla 06 Factores de emisión COVs, para distribución de combustibles (ton/ m³)

Factores de emisión COVs, distribución de combustible (ton/m3)	
Fuente	Factor de emisión
llenado de tanques	400000
Respiracion de tanques	1200000
llenado de tanques desde vehiculos	1320000

Fuente: *Petroleum industry*, EPA AP42-1995 Tabla 5.2-7

Para el expendio final, las fuentes evaporativas de COV, se ocasionan durante el traspaso de combustible que realizan los camiones a las estaciones de servicio para su expendio final, y están asociadas a los llenados de los estanques subterráneos de gasolina con camiones distribuidores, respiración de estanques en el momento de llenado o vaciado y derrames accidentales durante el expendio. La tabla 7 muestra las distintas etapas del expendio final de combustible con sus factores de emisión y en forma destacada los factores seleccionados suponiendo un escenario desfavorable. De esta forma, se obtiene el factor de emisión correspondiente a 0,0039 Ton de COV por cada m³ de combustible.

Tabla 07 Factores de emisión COVs, para expendio final de combustibles

Factores de emisión de COVs para el expendio final		
Etapas	FE (mg/L transferido)	Observación
llenado de tanques y camiones	880	Alimentación sumergida
	1380	Llenado por rociado directo
	40	Llenado por traspaso de vapores
Respiración de estanques	120	...
llenado de tanques de vehiculos	1320	Lenado no controlado
	132	Llenado controlado
Derrames	80	...

Fuente: EPA, 1995 AP - 42

Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire OMS¹

Plantea Directrices que se aplican en todo el mundo y se basan en la evaluación, realizada por expertos, de las pruebas científicas actuales concernientes a:

- partículas (PM)
- ozono (O₃)
- dióxido de nitrógeno (NO₂) y
- dióxido de azufre (SO₂), en todas las regiones de la OMS.

Las Directrices de la OMS sobre calidad del aire se encuentran actualmente en proceso de revisión y su publicación está prevista para 2020.

Partículas (PM)

Definición y fuentes principales

Las PM son un indicador representativo común de la contaminación del aire. Afectan a más personas que cualquier otro contaminante. Los principales componentes de las PM son los sulfatos, los nitratos, el amoníaco, el cloruro de sodio, el hollín, los polvos minerales y el agua. Consisten en una compleja mezcla de partículas sólidas y líquidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire. Si bien las partículas con un diámetro de 10 micrones o menos (\leq PM₁₀) pueden penetrar y alojarse profundamente dentro de los pulmones, existen otras partículas aún más dañinas para la salud, que son aquellas con un diámetro de 2,5 micrones o menos (\leq PM_{2.5}). Las PM_{2.5} pueden atravesar la barrera pulmonar y entrar en el sistema sanguíneo. La exposición crónica a partículas contribuye al riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como cáncer de pulmón.

Generalmente, las mediciones de la calidad del aire se notifican como concentraciones medias diarias o anuales de partículas PM₁₀ por metro cúbico (m³) de aire. Las mediciones sistemáticas de la calidad del aire describen esas

concentraciones de PM expresadas en microgramos (μ)/m³. Cuando se dispone de instrumentos de medición suficientemente sensibles, se notifican también las concentraciones de partículas finas (PM_{2,5} o más pequeñas).

Efectos sobre la salud

Existe una estrecha relación cuantitativa entre la exposición a altas concentraciones de pequeñas partículas (PM₁₀ y PM_{2,5}) y el aumento de la mortalidad o morbilidad diaria y a largo plazo. A la inversa, cuando las concentraciones de partículas pequeñas y finas son reducidas, la mortalidad conexas también desciende, en el supuesto de que otros factores se mantengan sin cambios. Esto permite a las instancias normativas efectuar proyecciones relativas al mejoramiento de la salud de la población que se podría esperar si se redujera la contaminación del aire con partículas.

La contaminación con partículas conlleva efectos sanitarios incluso en muy bajas concentraciones; de hecho, no se ha podido identificar ningún umbral por debajo del cual no se hayan observado daños para la salud. Por consiguiente, los límites de la directriz de 2005 de la OMS se orientan a lograr las concentraciones de partículas más bajas posibles.

Valores fijados en las Directrices

Partículas finas (PM_{2,5})

10 μ g/m³ de media anual

25 μ g/m³ de media en 24h

Partículas gruesas (PM₁₀)

20 μ g/m³ de media anual

50 μ g/m³ de media en 24h

Además de los valores, las Directrices sobre la Calidad del Aire establecen metas intermedias para concentraciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ destinadas a promover una reducción gradual, de concentraciones altas a otras más bajas.

Si se alcanzaran esas metas intermedias se podrían esperar reducciones importantes de los riesgos de enfermedades agudas y crónicas derivadas de la contaminación del aire. No obstante, los valores establecidos en las Directrices deberían ser el objetivo final.

Los efectos sanitarios de las partículas provienen de la exposición que actualmente experimentan muchas personas, tanto en las zonas urbanas como rurales, bien sea en los países desarrollados o en los países en desarrollo, aun cuando la exposición en muchas ciudades en rápido desarrollo suele ser actualmente muchísimo más alta que en ciudades desarrolladas de tamaño comparable.

En las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire se estima que una reducción media anual de las concentraciones de partículas (PM_{10}) de 35 microgramos/ m^3 , común en muchas ciudades en desarrollo, a 10 microgramos/ m^3 , permitiría reducir el número de defunciones relacionadas con la contaminación en aproximadamente un 15%. Sin embargo, incluso en la Unión Europea, donde las concentraciones de PM de muchas ciudades cumplen los niveles fijados en las Directrices, se estima que la exposición a partículas de origen antropogénico reduce la esperanza media de vida en 8,6 meses.

En los países de bajos y medianos ingresos, la exposición a contaminantes en el interior y alrededor de las viviendas como consecuencia del uso de combustibles en estufas abiertas o cocinas tradicionales incrementa el riesgo de infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores, así como el riesgo de cardiopatías, neumopatía obstructiva crónica y cáncer de pulmón en los adultos.

Existen graves riesgos sanitarios no solo por exposición a las partículas, sino también al ozono (O₃), el dióxido de nitrógeno (NO₂) y el dióxido de azufre (SO₂). Como en el caso de las partículas, las concentraciones más elevadas suelen encontrarse en las zonas urbanas de los países de ingresos bajos y medianos. El ozono es un importante factor de mortalidad y morbilidad por asma, mientras que el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre pueden tener influencia en el asma, los síntomas bronquiales, las alveolitis y la insuficiencia respiratoria.

Ozono (O₃)

Valores fijados en las Directrices

El límite recomendado en las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire, de 2005, se redujo del nivel de 120 µg/m³ a 100 µg/m³ de O₃ media en 8h establecido en ediciones precedentes de esas directrices, a raíz de pruebas concluyentes sobre la relación entre la mortalidad diaria y concentraciones de ozono inferiores.

Definición y fuentes principales

El ozono a nivel del suelo —que no debe confundirse con la capa de ozono en la atmósfera superior— es uno de los principales componentes de la niebla tóxica. Éste se forma por la reacción con la luz solar (fotoquímica) de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO_x) procedentes de las emisiones de vehículos o la industria y los compuestos orgánicos volátiles (COV) emitidos por los vehículos, los disolventes y la industria. Los niveles de ozono más elevados se registran durante los períodos de tiempo soleado.

Efectos sobre la salud

El exceso de ozono en el aire puede producir efectos adversos de consideración en la salud humana. Puede causar problemas respiratorios, provocar asma, reducir la función pulmonar y originar enfermedades pulmonares.

Dióxido de nitrógeno (NO₂)

Valores fijados en las Directrices

NO₂

40 µg/m³ de media anual

200 µg/m³ de media en 1h

El valor actual de 40 µg/m³ (de media anual) fijado en las Directrices de la OMS para proteger a la población de los efectos nocivos para la salud del NO₂ gaseoso no ha cambiado respecto al recomendado en las directrices anteriores.

Definición y fuentes principales

Como contaminante atmosférico, el NO₂ puede correlacionarse con varias actividades:

- En concentraciones de corta duración superiores a 200 mg/m³, es un gas tóxico que causa una importante inflamación de las vías respiratorias
- Es la fuente principal de los aerosoles de nitrato, que constituyen una parte importante de las PM_{2.5} y, en presencia de luz ultravioleta, del ozono.

Las principales fuentes de emisiones antropogénicas de NO₂ son los procesos de combustión (calefacción, generación de electricidad y motores de vehículos y barcos).

Efectos sobre la salud

Estudios epidemiológicos han revelado que los síntomas de bronquitis en niños asmáticos aumentan en relación con la exposición prolongada al NO₂. La disminución del desarrollo de la función pulmonar también se asocia con las concentraciones de NO₂ registradas (u observadas) actualmente en ciudades europeas y norteamericanas.

Dióxido de azufre (SO₂)

Valores fijados en las Directrices

SO₂

20 µg/m³ media en 24h

500 µg/m³ de media en 10 min

La concentración de SO₂ en períodos promedio de 10 minutos no debería superar los 500 µg/m³. Los estudios indican que un porcentaje de las personas con asma experimenta cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios tras períodos de exposición al SO₂ de tan solo 10 minutos.

La revisión de la directriz referente a la concentración de SO₂ en 24 horas, que ha descendido de 125 a 20 µg/m³, se basa en las siguientes consideraciones:

- Los efectos nocivos sobre la salud están asociados a niveles de SO₂ muy inferiores a los aceptados hasta ahora.
- Se requiere mayor grado de protección.
- Pese a las dudas que plantea todavía la causalidad de los efectos de bajas concentraciones de SO₂, es probable que la reducción de las concentraciones disminuya la exposición a otros contaminantes.

Definición y fuentes principales

El SO₂ es un gas incoloro con un olor penetrante que se genera con la combustión de fósiles (carbón y petróleo) y la fundición de menas que contienen azufre. La principal fuente antropogénica del SO₂ es la combustión de fósiles que contienen azufre usados para la calefacción doméstica, la generación de electricidad y los vehículos a motor.

Efectos sobre la salud

SO₂ puede afectar al sistema respiratorio y las funciones pulmonares, y causa irritación ocular. La inflamación del sistema respiratorio provoca tos, secreción

mucosa y agravamiento del asma y la bronquitis crónica; asimismo, aumenta la propensión de las personas a contraer infecciones del sistema respiratorio. Los ingresos hospitalarios por cardiopatías y la mortalidad aumentan en los días en que los niveles de SO_2 son más elevados. En combinación con el agua, el SO_2 se convierte en ácido sulfúrico, que es el principal componente de la lluvia ácida que causa la deforestación.

Escenarios

Según Masini & Medina²⁰ los tipos de escenarios de futuro más usuales que se pueden construir son los siguientes:

- **Escenario Tendencial:**

Es el escenario que trata de mostrar lo que sucederá si las cosas siguen como van. No obstante, no basta con pensar las extrapolaciones de las tendencias que se pueden producir, se requiere explicar cuáles son los factores históricos, o nuevos que influyen o contribuyen a que la tendencia esperada sea similar a la actual, es decir, se necesita precisar aquellos factores que hacen que la tendencia tienda a reforzarse.

- **Escenario Optimista:**

Es el escenario que se ubica entre el escenario tendencial y el escenario utópico, ideal o más deseable. El escenario optimista contempla cambios razonables y positivos que no rayan en una ambición desmesurada, basada más en los deseos que en los fundamentos que conllevan los hechos y los datos. El escenario optimista plantea acciones deseables, pero plausibles o verosímiles que distinguen aquello que puede lograrse en el corto, mediano y largo plazo.

- **Escenario Pesimista:**

El escenario pesimista contempla un deterioro de la situación actual, pero sin llegar a una situación caótica. Es el escenario que se encuentra en medio del escenario tendencial y el escenario catastrófico o aquella situación que empeora dramática y aceleradamente un sistema a causa de factores desestabilizantes, inesperados y descontrolados.

- **Escenario Contrastado:**

Escenario donde ocurre lo inesperado y reina la incertidumbre, es decir donde abundan los factores de ruptura que quiebran las tendencias existentes en un momento determinado. Sus consecuencias no necesariamente deben considerarse negativas, pues es un escenario que invita a pensar creativamente en nuevas posibilidades para canalizar los hechos positivos o contrarrestar los negativos. Este escenario se reserva para “pensar lo impensable”. Pensar que todo puede cambiar abruptamente, pero con una lógica argumentativa que lo sustente.

Efectos en la salud por la contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica se define como la condición de la atmósfera donde ciertas sustancias alcanzan concentraciones o niveles elevados para producir riesgos o daños a la población y ecosistemas.

La capacidad de un contaminante para producir un efecto en la salud depende fundamentalmente de dos factores: 1) la magnitud de la exposición y 2) la vulnerabilidad de las personas expuestas. La magnitud de la exposición está en función de la concentración del contaminante, de la duración de la exposición y de su frecuencia. Por otro lado, la vulnerabilidad de las personas expuestas depende de factores como la edad, genética, género; y a factores como las condiciones médicas, acceso a los servicios de salud y nutrición. Generalmente los grupos más

vulnerables son los niños y las personas de la tercera edad. Los niños inhalan una tasa de masa de aire más alta por peso corporal que los adultos, lo que resulta en una exposición. Los niños tienen en general una menor capacidad para metabolizar y secretar sustancias tóxicas SEMARNAT/INE²¹.

Exposición aguda

La exposición aguda conlleva a periodos de tiempo cortos en contacto con los contaminantes en altas concentraciones causando daños sistémicos al cuerpo humano. Se han detectado casos en los cuales se observa un aumento en la mortalidad derivadas de complicaciones respiratorias por exposición a partículas, ozono y algunos sulfatos. En casos menos severos, se han presentado casos de enfermedades de las vías respiratorias superiores e inferiores como la bronquitis, neumonía, tos, entre otras.

Exposición crónica

La exposición crónica se caracteriza por el contacto con los contaminantes a bajas concentraciones en largos periodos de tiempo. Las afecciones a la salud se presentan de manera similar a los casos de exposición aguda. Aunque se mencionan casos del incremento de la mortalidad por exposición crónica, en la mayoría de las ocasiones se trata de adultos con problemas respiratorios y cardiovasculares degenerativos. Los síntomas se detectan principalmente por la disminución de la capacidad respiratoria, aumento de casos de asma e incremento de enfermedades cardíacas.

De igual manera que la exposición aguda, existen otros factores que condicionan la severidad de las afecciones como son: estado físico, hábitos alimenticios, condiciones de fumador, etc.

A nivel mundial, son seis los contaminantes criterio que se reconocen como contaminantes tóxicos para la salud humana (ozono, monóxido de carbono,

partículas suspendidas totales y fracción respirable, dióxido de azufre, bióxido de nitrógeno y plomo). Los efectos de cada uno de ellos por sí solos pueden ser menos nocivos que los efectos combinados, por ejemplo, el ozono y PM₁₀.

Principales contaminantes

Ozono

El ozono es un gas secundario formado por reacciones fotoquímicas. Es altamente reactivo e impacta directamente en el sistema respiratorio y tejido pulmonar. Los efectos del ozono se relacionan con el incremento de ingresos hospitalarios para tratamientos de asma y otras enfermedades respiratorias.

La exposición crónica al ozono compromete el funcionamiento del sistema inmune, acelera el proceso de envejecimiento y aumenta la susceptibilidad a otras infecciones. El ozono es un irritante que afecta la mucosa ocular y respiratoria.

Algunos estudios revelan que, en diferentes grupos de edades poblacionales, la exposición a niveles altos de ozono conduce a síntomas como irritación de ojos, catarro, dolor de garganta, tos seca, dificultad para respirar, dolor de pecho así como un decremento en la función pulmonar. Linderhoff²¹

Monóxido de carbono

Las emisiones de CO son producto del uso de combustibles fósiles y se forma por la combustión incompleta de sus compuestos. La principal fuente de emisión es los medios de transporte, además de otros procesos como las quemas agrícolas, incendios forestales y urbanos, incineradores, entre otros. La acumulación del CO en zonas urbanas es más común por el tránsito de vehículos automotores y dependerá de la intensidad del tráfico.

Las concentraciones urbanas de CO interfieren con el transporte de oxígeno a la

sangre. La hemoglobina (Hb) es el compuesto que transporte oxígeno a los órganos del cuerpo. Para esto, se combina con el oxígeno de los pulmones y forma la oxihemoglobina (HBO₂), que lleva oxígeno a todas las células del cuerpo.

El CO que llega a los pulmones junto con el aire inhalado se combina con la Hb para formar carboxihemoglobina (HbCO), siendo esta la sustancia que evita el transporte normal de oxígeno Linderhof ²¹

Tabla 08 Efectos del CO en la salud humana

% de HbCO	Efectos
Menos de 1	Ningun efecto aparente
de 1 a 2	Efectos en la conducta
de 2 a 5	Efectos en el sistema nervioso central: incapacidad para determinar intervalos de tiempo, fallas en la agudeza visual
mas de 5	Cambios funcionales cardiacos y pulmonares
de 10 a 80	Dolores de cabeza, fatiga, somnolencia, coma, falla respiratoria, muerte

Fuente: Elaboración para el programa de calidad del aire de la zona metropolitana de San Luis de Potosí 2012

Partículas suspendidas

Las partículas grandes son eliminadas normalmente por incrustarse en las vías respiratorias antes de llegar a la región traqueobronquial. Por otro lado, las partículas PM₁₀ o menores ingresan directamente al aparato respiratorio lo que dificulta su expulsión natural. Linderhoff²¹

Dióxido de azufre

Los óxidos de azufre (SO_x) y el ácido sulfúrico (H₂SO₄) están relacionados con el daño y la destrucción de la vegetación, deterioro de los suelos y materiales de construcción. El dióxido de azufre es un gas incoloro, no inflamable y que tiene un olor irritante. Se produce por la combustión de combustibles ricos en azufre. Los aerosoles sulfatados son agentes irritantes con tres a cuatro veces más potencia

que el bióxido de azufre por sí mismo. El tiempo medio de permanencia en la atmósfera es de 3 a 5 días.

Durante el proceso de oxidación del dióxido de azufre (SO₂) en la atmósfera, forma sulfatos que son transportados a grandes distancias y en presencia de humedad forman ácidos por ser altamente higroscópico. Estos ácidos pueden formar parte de las PM_{2.5} e ingresar al sistema respiratorio o formar parte de la llamada lluvia ácida. Se ha observado que el ácido sulfúrico, el dióxido de azufre y las sales de sulfato son irritantes de las membranas mucosas del tracto respiratorio. En algunos otros casos, se detectaron lesiones crónicas del sistema respiratorio como bronquitis y enfisema pulmonar.

Algunos de los efectos agudos sobre la salud humana incluyen la irritación y restricción del paso del aire acompañados de jadeos, sensación de falta de aire y tensión en el pecho en personas con asma.

Los efectos crónicos por exposición al dióxido de azufre incluyen el aumento de la susceptibilidad a la bronquitis y supresión del sistema inmune. Linderhoff ²¹.

Tabla 09 Efectos del SO_x en la salud humana

Concentración (ppm)	Efectos
de 1 a 6	Broncoconstricción
de 3 a 5	Concentración mínima detectable por el olfato
de 8 a 12	Irritación de la garganta
20	Irritación de los ojos y tos
de 50 a 100	Concentración máxima para una concentración corta (30 min)
de 400 a 500	Puede ser mortal, incluso en una exposición breve

Fuente: Elaboración para el programa de calidad del aire de la zona metropolitana de San Luis de Potosí 2012

Dióxido de nitrógeno

El monóxido (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), son contaminantes primarios del aire, El NO, también llamado óxido nítrico es un gas incoloro e inodoro, en tanto

que el NO₂ es un gas rojizo de olor fuerte parecido al del cloro. Con la humedad de la atmósfera, el NO₂ puede formar ácido nítrico y ácido nitroso.

Ambos pueden precipitarse junto con la lluvia o combinarse con el amoníaco de la atmósfera para formar nitrato de amonio.

La acumulación en el cuerpo humano es un riesgo para las vías respiratorias ya que puede alterar la capacidad de respuesta de las células en el proceso inflamatorio.

Entre los efectos agudos se pueden mencionar los daños a las membranas de las células en el tejido pulmonar y la reducción del paso del aire. Algunos de los efectos crónicos por exposición prolongada a altas concentraciones son la necrosis y muerte celular. Linderhoff²¹

Tabla 10 Efectos del NOx en la salud humana

Concentración (ppm)	Efectos
de 1 a 3	Concentración mínima detectable por el olfato
13	Irritación de nariz, garganta y ojos
25	Congestión y enfermedades pulmonares
de 100 a 1000	puede ser mortal, incluso tras una exposición breve

Fuente: Elaboración para el programa de calidad del aire de la zona metropolitana de San Luis de Potosí 2012

Plomo

El plomo es un elemento especialmente importante debido a sus aplicaciones industriales, pero presenta un alto grado de toxicidad aguda y crónica. El plomo no sólo se descarga al medio ambiente durante su extracción, fundición y refinación, sino también durante la combustión de combustibles fósiles y procesamiento de minerales metálicos no ferrosos. Cabe agregar que el 4% del plomo encontrado en la atmósfera es emitido por procesos naturales, el resto se debe a la actividad antropogénica.

El 35% del plomo que llega a la parte baja del sistema respiratorio pasa a la sangre y el resto se elimina, pero dependerá de factores como el tamaño de partícula inhalada, ritmo respiratorio y las características intrínsecas del organismo.

Los efectos que se presentan por exposición crónica son torpeza, irritabilidad, dolor de cabeza, temblor muscular, ataxia y pérdida de la memoria. En algunos casos puede haber coma, con o sin convulsiones y generalmente sobreviene la muerte. Se han asociado también otro tipo de problemas renales, del hígado y causa daño neurológico. Linderhoff²¹

Efecto invernadero y cambio climático

La emisión de los gases de efecto invernadero. Como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), los clorofluorocarbonos (CFC's), los hidrofluorocarbonos (HCFC's), perfluorocarbonos (PFC's), el óxido nitroso (N₂O) y el hexafluoruro de azufre (SF₆), han sido los principales precursores y responsables del efecto invernadero y alteración de los regímenes de temperatura, con el consecuente cambio climático en el planeta, y hasta ahora en muchos lugares del Perú no se toma conciencia de lo importante que es aportar en la no emisión de estos gases. Según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), indican que el incremento de la temperatura durante los últimos 100 años es alrededor de un grado centígrado (0.74° C), y que en los últimos cincuenta años ese incremento se aceleró lo que coincide con el crecimiento de la economía mundial

Si el ritmo de crecimiento de las emisiones continúa como hasta hoy en día, se estima que la temperatura media del planeta se incrementaría en alrededor de 3°C hacia el año 2,100.

Efectos del Cambio Climático.

La frecuencia de inundaciones y sequías se verán influidas por los cambios no homogéneos de la temperatura global, provocando grandes afectaciones como la migración de y extinción de especies, así como la disminución de ciertas actividades que dependen del clima como la agricultura. La magnitud de los impactos globales dependerá, de la tendencia de emisiones de gases de efecto invernadero y de las acciones que se establezcan para su mitigación. Las proyecciones de los escenarios arrojan los posibles efectos siguientes:

- Aumento de las temperaturas de entre 1°C y 6°C.
- Aumento del nivel de mar entre 10 cm y 90 cm.
- Cambios en los regímenes de precipitaciones.
- Aumento de periodos de sequía en algunas regiones.
- Aumento del riesgo de incendios de bosques.
- Pérdidas potenciales de ecosistemas, en áreas de montaña, humedales y zonas costeras.
- Alteraciones en los ciclos productivos de alimentos.
- Aumento del riesgo de daños resultantes de inundaciones, deslizamiento de suelos y otros eventos climáticos.
- Aumento de la presión sobre los sistemas públicos de salud por enfermedades.

Generalmente los sectores más pobres son los más afectados por vivir en zonas más vulnerables y tener condiciones sanitarias más precarias, por lo tanto, cuentan con menos recursos para establecer medidas de adaptación a las nuevas condiciones de vida ocasionadas por el cambio climático. PNUMA ²²

2.3 Bases Conceptuales

Aire puro

El aire puro está compuesto de oxígeno (21%) y nitrógeno (78%) y otros gases menos comunes, de los cuales el argón es el más abundante. La concentración de dióxido de carbono (CO₂) (0,03%) es menor que la del argón (0,93%). El vapor de agua también está presente, hasta 4% por volumen. Las plantas generan oxígeno como un subproducto de la fotosíntesis y la atmósfera actual de la Tierra se describe como oxidante, en comparación con la atmósfera reductora rica en hidrógeno que existía antes de que comenzara la vida. El aumento de oxígeno ha hecho que muchos organismos vivos desarrollen defensas antioxidantes. (OMS 2000).

Aforo Medición del número y tipo de vehículos que transitan en un punto dado de una vialidad durante un tiempo determinado.

Ambiente Conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos (naturales o artificiales inducidos por el hombre), que propician la existencia, transformación y desarrollo de organismos.

Atmósfera Capa de aire que circunda la tierra y que se extiende alrededor de 100 kilómetros por encima de la superficie terrestre. Su composición consiste en una mezcla de 78% de Nitrógeno, 21% de Oxígeno y 1% de diversos gases (Argón, Neón, Bióxido de Carbono y vapor de agua principalmente).

Bióxido de Nitrógeno (NO₂) Contaminante generado cuando el nitrógeno contenido en los combustibles y en el aire es oxidado en un proceso de combustión.

Combustibles fósiles Compuestos orgánicos de los restos de plantas y animales que vivieron en la Tierra en épocas anteriores a la aparición del hombre (carbón mineral, petróleo y gas).

Combustibles Sustancias capaces de sufrir una oxidación violenta acompañada de desprendimiento de calor y algunas veces de flama.

Combustión Proceso de oxidación rápida de combustibles acompañados de liberación de energía en forma de calor y luz.

Contaminación Presencia de materia o energía cuya naturaleza, ubicación o cantidad produce efectos ambientales indeseables, afectando la integridad física, biológica, química o radiológica de los ecosistemas.

Contaminante Sustancia que, al incorporarse a la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier otra parte del ambiente, altera o modifica su composición, afecta la salud o impide su utilización como recurso.

Contaminación atmosférica Es la presencia en la atmósfera de materias, sustancias o formas de energía que impliquen molestia grave, riesgo o daño para la seguridad y la salud de las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza. Estas materias y fuentes de energía que pueden hacer peligrar nuestra salud, bienestar o recursos se llaman contaminantes. OMS¹

Ecosistema Unidad estructural funcional y de organización básica de interacción de los organismos entre sí y con el ambiente, en un espacio determinado.

Energía Capacidad de un sistema para desarrollar trabajo.

Erosión Destrucción y eliminación de ciertas características físicas, químicas o biológicas de los suelos, por efecto climáticos o por la actividad del hombre.

Emisiones e inmisiones Emisión es la cantidad de contaminante vertido a la atmósfera en un período determinado desde un foco, mientras que la inmisión es la concentración de contaminantes a nivel del suelo. Hoy se emplea más el término «calidad de aire ambiente».

Los niveles de inmisión o de calidad del aire determinan el efecto de un contaminante sobre la salud o el medio ambiente. Además, la cantidad de

contaminantes en la atmósfera vendrá determinada por la diferencia entre los emitidos y producidos en la misma y los que se eliminan a través de los procesos de autodepuración por deposición, precipitación y absorción por el suelo, el agua y la vegetación. Por lo tanto, para minimizar la contaminación atmosférica es necesario controlar tanto las emisiones atmosféricas (niveles de emisión) como la presencia de los contaminantes en el aire en distintos puntos receptores (niveles de inmisión). OMS¹

Fuentes de contaminantes del aire

Las fuentes de contaminantes del aire se pueden dividir en antropogénicas y naturales. No obstante, esta distinción puede tornarse borrosa debido a que la actividad humana causa estragos en los sistemas naturales. Las fuentes naturales incluyen las tormentas de polvo, la acción volcánica, los incendios forestales y la formación de partículas radiactivas de gases como el radón. Las incursiones provenientes de la estratósfera aumentan las concentraciones del nivel inferior (troposférico) de O₃. En el caso de algunos contaminantes, como el SO₂, las fuentes naturales exceden las fuentes antropogénicas en una escala global. Sin embargo, al considerar los efectos de los contaminantes del aire en la salud, principalmente en las zonas urbanas con alta densidad demográfica, las fuentes antropogénicas son muy importantes y generalmente son las que se observan para el control.

Las fuentes que emiten contaminantes a la atmósfera no son las mismas en todos los sitios y la contaminación que soporta la atmósfera varía mucho en función de las características de cada zona.

Fuente Sitio, sistema o vehículo desde el cual se emiten contaminantes.

Fuente Móvil Máquina, aparato o dispositivo emisor de contaminantes que no tiene un lugar fijo (automóviles, barcos, aviones, etc).

Hidrocarburos Compuestos orgánicos constituidos principalmente por Carbono e Hidrógeno en cantidades variables. Forman parte de los combustibles y lubricantes más usuales.

Inventario de emisiones Un listado, por fuente, de la cantidad de contaminantes descargados al aire en una comunidad; se utiliza para establecer normas o niveles de emisión.

Inversión Térmica La inversión térmica es un proceso natural que afecta a la circulación del aire en las capas bajas de la atmósfera. Aunque por sí sola no representa un riesgo para la salud, aumenta los efectos de la contaminación atmosférica.

El aire se mueve constantemente y las capas que lo forman suelen ordenarse por su temperatura, con las más frías circulando en la parte alta de la atmósfera y las más calientes, abajo

Cuando ese ciclo de movimiento se interrumpe, se forma una capa de aire frío que queda inmóvil sobre el suelo e impide la circulación atmosférica. Este fenómeno – llamado inversión térmica– se produce con más frecuencia en las noches despejadas de invierno, cuando el suelo ha perdido calor por radiación y las capas de aire cercanas a él se enfrían más rápido que las capas superiores.

Cuando el aire se mueve con normalidad hace circular grandes cantidades de polvo, humo y partículas suspendidas, eliminando la contaminación y limpiando la atmósfera de manera natural. Por eso, cuando la inversión térmica inmoviliza las capas inferiores cercanas al suelo sobre una ciudad, quedan atrapados los contaminantes suspendidos y la población se expone a respirar un aire más contaminado de lo normal. OMS¹

Monóxido de Carbono Gas tóxico, incoloro e inodoro, producido por la oxidación incompleta de combustibles de origen fósil.

Óxidos Compuestos formados por Oxígeno y otro elemento exclusivamente. (ej. Monóxido de Carbono, Bióxido de Azufre etc.).

Parque Vehicular Cantidad de vehículos automotores que circulan en un asentamiento humano.

Partículas Contaminante suspendido en el aire generado por los procesos de combustión, calentamiento, transporte, producción y manipulación de materiales pulverizados o líquidos, formado de cenizas, hollín, humos, polvos, nieblas y aerosoles.

2.4 Bases epistemológicas

La ecología profunda –desarrollada por Bill Devall y George Sessions, continuadores de Næss–, por el contrario, y desde la perspectiva de un igualitarismo biosférico Devall, Sessions²³, Citado por Raúl Villarroel²⁴ se centra –cuando sus implicancias han sido ampliamente exploradas e internalizadas– en un nuevo modo de experimentar la naturaleza; literalmente, en una nueva visión de mundo, que rescata las preguntas básicas acerca de la naturaleza de lo natural, de lo que significa ser un ser humano y de cómo un ser humano debe vivir en su medio natural. En su opinión, sería la profunda cercanía que tendríamos que mantener con otras formas de vida en la naturaleza lo que contribuiría significativamente a nuestra propia calidad de vida. La ecología profunda buscaría así respetar un supuesto valor intrínseco de la naturaleza, independientemente de todo provecho o propósito humano, defendiendo la idea de que todos los seres vivos tienen absolutamente el mismo derecho de vivir y prosperar. Así, las relaciones entre los organismos y sus ambientes son experimentadas, de acuerdo con la formulación clásica de Næss, como “nudos en la red biosférica”, o dicho más filosóficamente,

como un campo de relaciones identitarias, intrínsecas e indisolubles. Por ello es que cuidar de uno mismo sería, a la vez, respetar y cuidar el medioambiente natural con el que uno se identifica. La “autorrealización” (Self-realization) postulada por el filósofo noruego, entonces, no sería otra cosa que un re-anexión del individuo humano al medio natural y significaría la alternativa de solución para la crisis medioambiental desatada por el egoísmo del hombre moderno y su explotación desenfadada de la naturaleza.

El filósofo estadounidense Bryan Norton señala que las políticas medioambientales basadas en un amplio y extenso antropocentrismo –donde los valores humanos de la generación presente y los de las generaciones futuras estén igualmente considerados, debieran ser indistinguibles de las políticas basadas en esa controversial y problemática noción de “valor intrínseco” que algunos han pretendido atribuir a la naturaleza. Esto es lo que él denomina “hipótesis de la convergencia” y urge a los filósofos ambientalistas para que adhieran a un antropocentrismo conservador, aunque “débil” y basen las políticas ambientales en el espectro total del material humano, científico, estético, y en los valores espirituales, tanto de las generaciones actuales como de las próximas Norton²⁴. Planteamientos como los de Norton implican, de este modo, que todos nuestros deberes hacia el medioambiente natural, en realidad se derivan de los deberes que debemos reconocer hacia sus habitantes humanos. En este sentido, una perspectiva antropocéntrica refinada sería más que suficiente para objetivos prácticos, e incluso mucho más eficaz que cualquier teoría no antropocéntrica en cuanto al logro de resultados pragmáticos; sobre todo en términos de la formulación de políticas, dada la pesada carga de la prueba que recae sobre estas últimas cuando tienen que fundamentar su opinión de que el ambiente no humano también tiene valor intrínseco Norton²⁴. Esta dificultad conduciría, incluso, a declarar una

suerte de antropocentrismo cínico (*cynical anthropocentrism*), en cuanto se admite que, efectivamente, sí existen poderosas razones para disponerse de manera favorable al medioambiente no humano, pero solo porque ellas estarían directamente relacionadas con las implicancias favorables que finalmente éste tiene para el bienestar del hombre.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ámbito

El ámbito de estudio estuvo conformado por el área urbana de la ciudad de Huánuco específicamente en los distritos de Huánuco, Amarilis, y Pillcomarca, teniendo como fundamento la realización de una investigación cuantitativa.

3.2 Población

La población la representó todas las fuentes de emisiones de gases contaminantes. Considerando fuentes de área, fuentes puntuales, así como fuentes móviles formales presentes en la ciudad de Huánuco.

3.3 Muestra

La toma de muestra utilizada fue, no probabilística e intencionada a conveniencia, y se tomaron todas las unidades que representan las fuentes de la población, según datos del Instituto nacional de estadística e informática del Perú, dirección de producción de Huánuco, y superintendencia nacional de los registros públicos de Huánuco.

3.4 Nivel y tipo de estudio

El tipo de investigación desarrollada fue aplicada, con un nivel de investigación descriptivo causal prospectiva, ya que se describieron los resultados en las condiciones de la calidad del aire de la ciudad en un

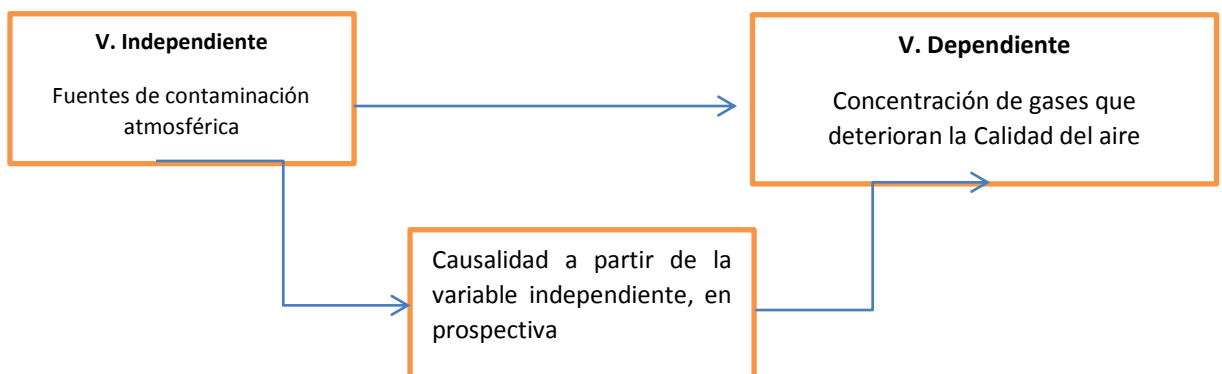
escenario propuesto tal como se da en su contexto natural para posteriormente analizarlos.

Causal prospectiva porque permitió la exploración de posibilidades futuras basadas en indicios presentes, mediante el conjunto de análisis y estudios realizados con el fin de explorar o predecir el futuro de la calidad del aire de la ciudad.

Transversal porque el estudio midió a la vez la prevalencia de la exposición y el efecto en una muestra, en un solo momento temporal; es decir, permitió estimar la magnitud y distribución de las emisiones en un momento dado.

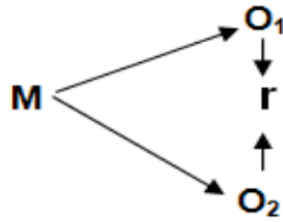
3.5 Diseño de investigación

Se tuvo una relación de causalidad, ya que se recolectaron datos y se describió la relación de causalidad a la vez que se reconstruyó las relaciones sobre la base de variabilidad amplia de las variables independientes y dependientes. Además de que no se partió de una variable en especial ni de grupos, sino que se evaluó la estructura causal completa (las relaciones en su conjunto) ya que todos los estudios transeccionales causales nos brindan la oportunidad de predecir el comportamiento de un fenómeno de una o más variables, una vez que se establece la causalidad.



De lo cual se desprende una investigación descriptiva correlacional según la siguiente simbología:

Correlacional



Donde:

M: Muestra

O1: Observación de la variable crecimiento o proyección de actividades antropogénicas.

O2: Observación de generación de gases contaminantes.

r: Correlación entre las mencionadas variables.

3.6 Técnicas e Instrumentos

La metodología aplicada en el estudio fue a través de un inventario de emisiones de fuentes fijas, fuentes de área y emisores móviles los cuales fueron recopilados y compilados en una hoja de datos creada en Excel. Los datos fueron separados de acuerdo con su actividad comercial o industrial.

En cada hoja se compilaron los datos de la fuente y su ubicación correspondiente según las condiciones de inventario; este último con el fin de facilitar la ubicación de las fuentes en la ciudad.

3.7 Validación y confiabilidad del instrumento

Inicialmente se realizó un análisis de contenido con la revisión de los archivos de la dirección de producción, SUNARP e INEI, además de recojo

A: Tasa de actividad (consumo de combustible o energía, generación de energía, producción)

Fe: Factor de emisión no controlada, es decir, sin tratamiento

e: Eficiencia de reducción de emisiones, cuando se utiliza tecnología de reducción (%).

Como no existe tecnología de reducción de emisiones, entonces $e = 0$

El Dato de actividad fue según el tipo de fuente de emisiones que se esté evaluando. Por ejemplo, para las fuentes industriales el dato de actividad puede referirse al nivel de producción anual, o el Producto Interno Bruto; para las fuentes móviles puede ser la cantidad de kilómetros recorridos por un vehículo (VKT). En muchos casos se deben aplicar factores de conversión para transformar los valores de consumo o de producción reportados en unidades que correspondan a las unidades del factor de emisión.

El Factor de Emisión se refiere a la relación existente entre la cantidad emitida de un contaminante y una unidad de actividad. Los factores de emisión por lo general se dividen en dos categorías: aquellos que están basados en procesos y los que se basan en datos censales. Los primeros son usados para la estimación de las emisiones de fuentes industriales. Los factores de emisión basados en datos censales se utilizan para la estimación de emisiones de las fuentes de área.

3.8.1 Proyecciones de Emisiones

Se desarrollaron las proyecciones de emisiones del inventario para Huánuco con año base el 2015 al 2025, siguiendo la siguiente secuencia.

3.8.1.1 Escenarios.

Éstos se analizaron de acuerdo con las distintas variables de actividad que intervienen en la etapa de planeación considerándose el escenario Tendencial como mejor opción para el estudio.

Escenario Tendencial (Línea Base)

Refleja la situación a futuro de las emisiones de contaminantes en caso de que las actividades mantengan la misma tendencia observada en el pasado sin la aplicación de medidas que restrinjan las emisiones.

Escenario Base (Escenario considerando los Factores)

Este escenario refleja la situación a futuro más probable de una actividad determinada, en donde se asume el cumplimiento de la legislación, medidas y planes de un sector determinado.

- **Datos socioeconómicos** Variables sociales y económicas que influyen directamente en el grado de actividad de un sector determinado.
- **Tecnología** Se refiere a las opciones tecnológicas disponibles y aplicables a cada sector para la reducción de emisiones.
- **Estadísticas** Se utilizaron para conocer el comportamiento a futuro de datos históricos bajo el supuesto de que seguirán el mismo comportamiento a lo largo del periodo deseado.
- **Prospectivas** Se utilizaron para realizar las estimaciones de producción o consumo de bienes a futuro.

3.8.2 Consideraciones para la línea base

Consideraciones para las fuentes móviles

Para las proyecciones de la línea base se consideró lo siguiente:

- Composición de la flota vehicular de acuerdo con la base de datos de vehículos de motor registrados en circulación.

- Tasa de crecimiento de la flota vehicular de acuerdo con la base de datos de vehículos de motor registrados en circulación
- Formulación de combustibles diésel/gasolina

3.8.3 Consideraciones para las fuentes de área

Para las proyecciones de la línea base se consideró lo siguiente:

- Tendencia de crecimiento en la demanda de combustible de acuerdo con la prospectiva del mercado de gas licuado de petróleo gas natural, gasolina, y petróleo.
- Tendencia de crecimiento poblacional de acuerdo con el INEI
- Tendencia de crecimiento industrial y comercial de acuerdo con datos de censos y prospectiva lineal.

3.9 Plan de tabulación y análisis de datos

El procesamiento de datos se realizó con hojas de cálculo del software Excel, Ms Word y SPSS, de los cuales los resultados se presentan en tablas y gráficos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis descriptivo

Para conocer la cantidad de emisiones de gases contaminantes de fuentes fijas, móviles y área, con año base en el 2015, en los distritos de Pillco marca, Amarilis y Huánuco, se desarrolló un análisis de cada fuente en global respecto del resultado del inventario de fuentes de emisión estos resultados arrojaron los siguientes datos.

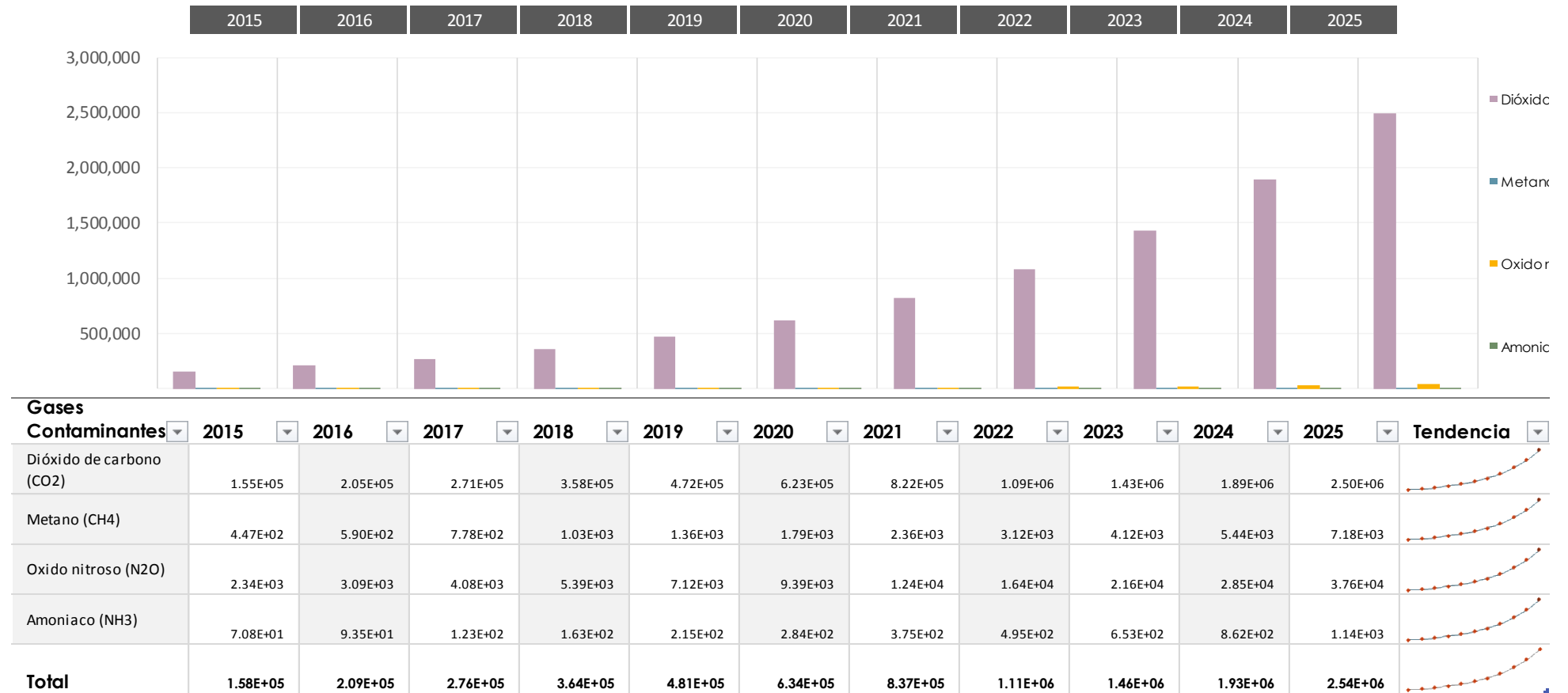
Tabla N° 11 Inventario de emisiones totales por fuente de emisión y por categoría de gases 2015 Huánuco (Huánuco, Amarilis, Pillco marca)



Fuente: datos del estudio

De acuerdo con los resultados obtenidos, los compuestos orgánicos volátiles (COVs) constituyen el contaminante más emitido respecto de otros gases que deterioran la calidad del aire, siendo el almacenamiento de combustibles el que genera mayor emisión de este tipo. En segundo lugar, se encuentra el material particulado a 10 micrómetros PM_{10} , ocupa este lugar debido a la cantidad de fuentes móviles terrestres existentes y limitadas o deficiente infraestructura vial en la ciudad, seguidamente tenemos al material particulado menor a 2.5 micras ($PM_{2.5}$), cuyo mayor aporte se genera a partir del desgaste de frenos y neumáticos de los vehículos, en cuarto lugar tenemos al monóxido de carbono (CO) cuyo mayor aportante a la contaminación por este gas es la industria de panificación, seguida por los óxidos de azufre (SO_x). Después de la generación de óxidos de azufre se tiene a la generación de partículas suspendidas totales (PST)

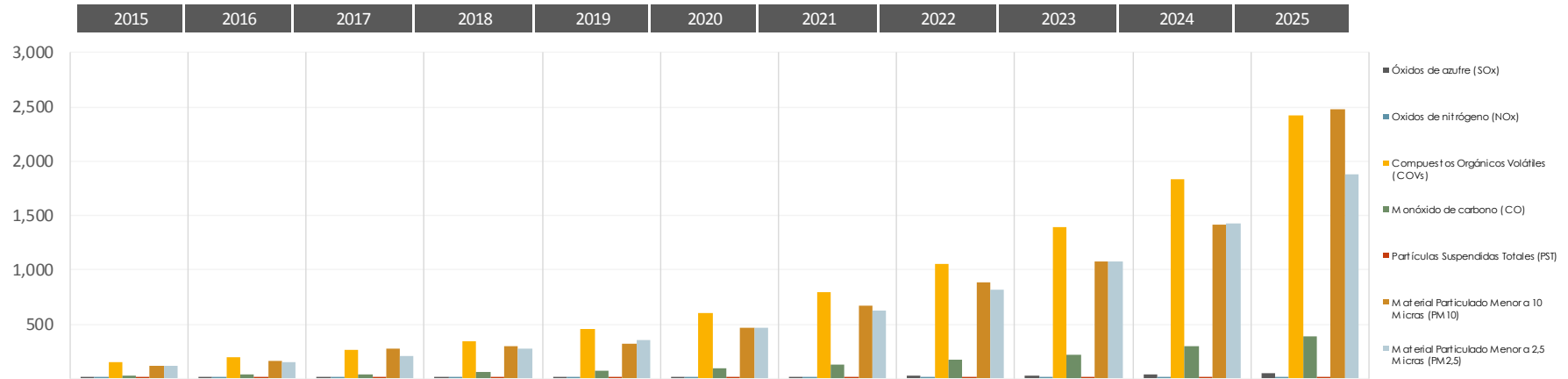
Tabla 12 Emisiones de gases de efecto invernadero en la ciudad de Huánuco proyectadas al 2025. (Tn)



Fuente: Datos del estudio

La Tabla 12 presenta en resumen los resultados de las emisiones de gases que aportan al efecto invernadero en Huánuco, calculadas para el 2015, año base del estudio, así mismo muestra la proyección de las emisiones al 2025. Por su parte el grafico muestra claramente la ascendencia de las emisiones según crecimiento de las actividades antropogénicas, haciendo notar de una manera remarcada la prevalencia del CO₂ como gas precursor, de mayor emisión y mayor incremento con el paso del tiempo. Seguido en emisiones y tendencia de crecimiento por los óxidos nitrosos NxO, metano CH₄, y Amoniaco NH₃, respectivamente

Tabla 13 Emisiones de gases que afectan la calidad del aire en la ciudad de Huánuco proyectadas al 2025. (Tn)



Gases													
Contaminantes	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total	Tendencia
Óxidos de azufre (SOx)	3.31E+00	4.37E+00	5.76E+00	7.61E+00	1.00E+01	1.33E+01	1.75E+01	2.31E+01	3.05E+01	4.02E+01	5.31E+01	2.09E+02	
Oxidos de nitrógeno (NOx)	4.89E-01	6.45E-01	8.52E-01	1.12E+00	1.48E+00	1.96E+00	2.59E+00	3.41E+00	4.51E+00	5.95E+00	7.85E+00	3.09E+01	
Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)	1.51E+02	2.00E+02	2.63E+02	3.48E+02	4.59E+02	6.06E+02	8.00E+02	1.06E+03	1.39E+03	1.84E+03	2.43E+03	9.54E+03	
Monóxido de carbono (CO)	2.42E+01	3.20E+01	4.22E+01	5.57E+01	7.35E+01	9.71E+01	1.28E+02	1.69E+02	2.23E+02	2.95E+02	3.89E+02	1.53E+03	
Partículas Suspendidas Totales (PST)	2.13E-02	2.81E-02	3.71E-02	4.90E-02	6.46E-02	8.53E-02	1.13E-01	1.49E-01	1.96E-01	2.59E-01	3.42E-01	1.34E+00	
Material Particulado Menor a 10 Micras (PM10)	1.13E+02	1.57E+02	2.74E+02	2.92E+02	3.25E+02	4.65E+02	6.70E+02	8.81E+02	1.08E+03	1.42E+03	2.48E+03	8.15E+03	
Material Particulado Menor a 2,5 Micras (PM2,5)	1.17E+02	1.55E+02	2.05E+02	2.70E+02	3.56E+02	4.71E+02	6.21E+02	8.20E+02	1.08E+03	1.43E+03	1.89E+03	7.41E+03	
Total	4.09E+02	5.48E+02	7.91E+02	9.74E+02	1.23E+03	1.65E+03	2.24E+03	2.95E+03	3.81E+03	5.03E+03	7.24E+03	2.69E+04	

Fuente: Datos del estudio

La Tabla 13 presenta en resumen los resultados de las emisiones de gases que degradan la calidad del aire, calculadas para el 2015, año base del estudio, así mismo muestra la proyección de las emisiones al 2025. Por su parte el grafico muestra claramente la ascendencia de las emisiones según crecimiento de las actividades antropogénicas.

Como se puede observar en la tabla anterior los compuestos orgánicos volátiles COVs, son los gases contaminantes que más se emiten para el año base, seguido de los materiales particulados menores a 10 micrómetros PM_{10} y por los materiales particulados menores a 2.5 micrómetros $PM_{2.5}$.

El monóxido de carbono es otro gas que esta presente por efecto de las emisiones de las actividades antropogénicas emitidos en menor proporción que los anteriores. Aun en menor proporción se emiten los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno, y las partículas suspendidas totales que se emiten en menor proporción respecto de otros gases afectantes de la calidad del aire en la ciudad de Huánuco.

Los resultados también muestran que la tendencia al crecimiento es progresiva respecto del crecimiento industrial y comercial que experimenta la ciudad, mostrando un incremento gradual en las emisiones año a año.

Por otro lado, los resultados también revelan que, en el año 2025, las mayores emisiones están representadas por las partículas menores a 2.5 micrómetros $PM_{2.5}$, superando las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles COVs que predominaban en emisiones en el 2015.

El Grafico también muestra que los datos observados proporcionan una evidencia definitiva que la calidad del aire se verá afectada en el 2025. Y que los compuestos orgánicos volátiles, el material particulado menor a 10 micrómetros y el material particulado menor a 2.5 micrómetros son los de mayor prevalencia.

4.1.1 Dispersión de contaminantes

4.1.1.1 Características meteorológicas del área de estudio

El grafico número 2 de la rosa de los vientos promedio, muestra que la dirección predominante de los vientos es hacia el nor este con una intensidad de velocidad máxima de 20 a 25 km/h y con un mínimo de 0 a 5 km/h a 10 metros de altura



Gráfico 02: Rosa de los vientos promedio en la ciudad de Huánuco a una altura de 10 metros.

Fuente: Meteoblue

El grafico número 3, muestra la rosa de los vientos promedio en la ciudad de Huánuco, cuya dirección predominante es hacia el nor este con una intensidad de velocidad máxima de 30 a 35 km/h y con un mínimo de 0 a 5 km/h a 80 metros de altura.

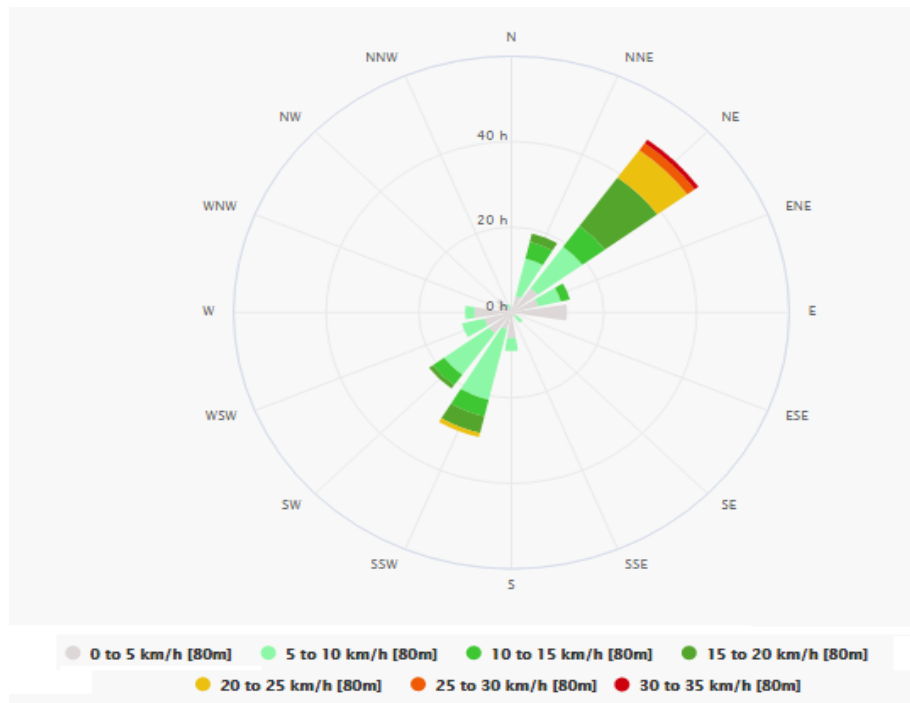


Gráfico 03 Rosa de los vientos promedio en la ciudad de Huánuco a una altura de 80 metros.

Fuente: Meteoblue

4.1.1.2 Variación de la temperatura

Como se puede observar en el gráfico número 4, la temperatura promedio a lo largo de los años ha sido variable llegando hasta los 25°C como máximo y como mínimo 14 °C.

También se puede apreciar que las temperaturas promedio están experimentando un descenso paulatino al pasar de los años. Se muestra por ejemplo que el mínimo promedio para el 2015 fue de 14.9 °C, 15.7 °C para el 2016, 14.3 °C, para el 2017 y 14.4 °C en lo que va del 2018 a una altura de 2 metros. Este fenómeno podría considerarse perjudicial para la calidad del aire de la ciudad ya que se dan en gran parte en horas de la mañana donde el viento alcanza un máximo de 5 k/h hasta una altura de 10 metros, limitando la dispersión de los contaminantes.

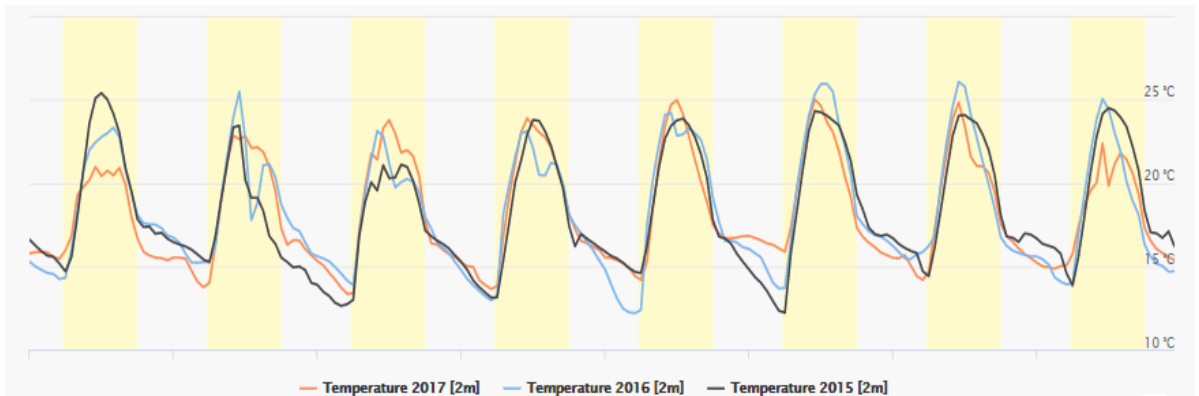


Gráfico 4 Variación anual promedio de temperatura en la ciudad de Huánuco
Fuente: Meteoblue

4.1.1.3 Estado Actual de la calidad del Aire

La contaminación atmosférica de Huánuco no supera las normas primarias de calidad del aire establecida por la OMS para los diferentes contaminantes

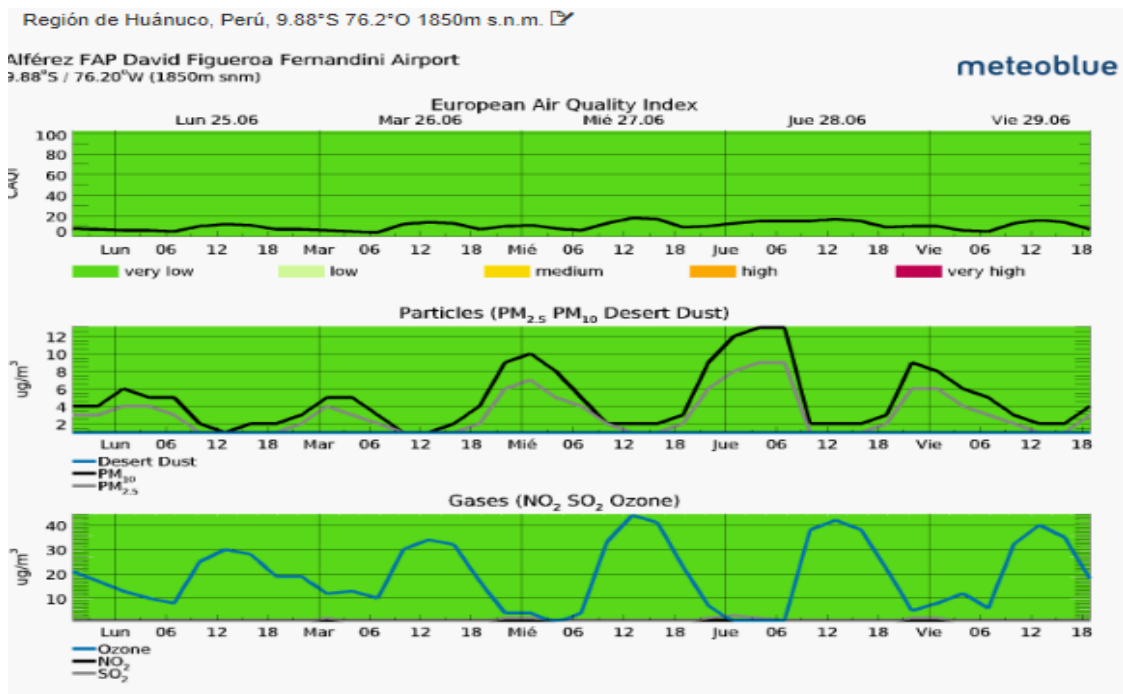


Gráfico 05 Comportamiento de los principales contaminantes en cuanto a su concentración en la atmósfera de la ciudad Fuente: Datos del estudio

La figura N° 4 muestra el comportamiento de los principales contaminantes en cuanto a su concentración en la atmósfera de la ciudad, como se puede apreciar estos no superan los límites establecidos por la OMS, más por el contrario están por muy debajo considerando así a la ciudad con un nivel de contaminación bajo y con una calidad de aire buena

4.2 Análisis Inferencial y contrastación de Hipótesis

A continuación, se presentan los resultados de análisis estadístico realizados mediante el programa estadístico SPSS.

4.2.1 Análisis respecto de gases de efecto invernadero GEI

4.2.1.1 Análisis de normalidad

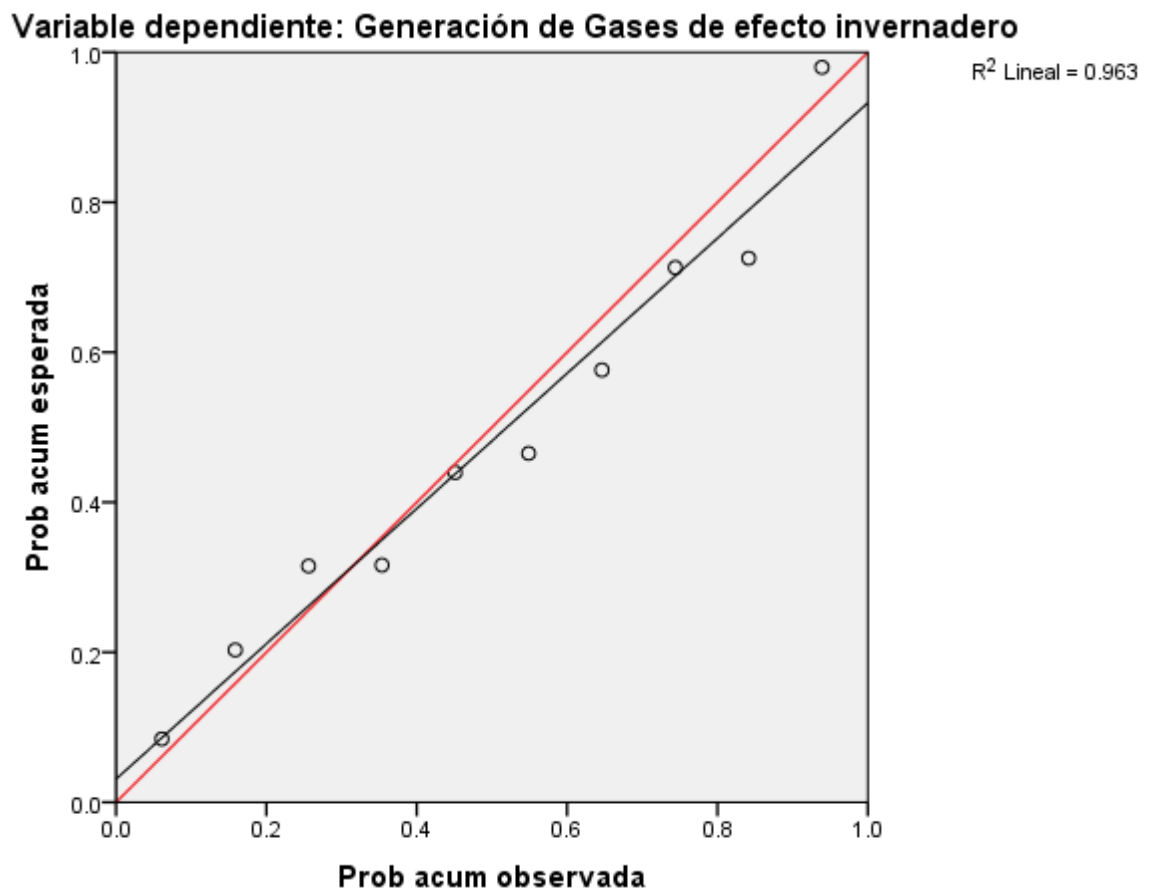


Gráfico 06 Análisis de normalidad para gases de efecto invernadero

4.2.1.2 Análisis de correlación

En este análisis se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para analizar la relación entre el comportamiento tendencial de las actividades antropogénicas y las emisiones generadas que afectan la atmósfera en la ciudad de Huánuco.

Cuadro 03 Análisis de correlaciones entre actividades antropogénicas y emisión de gases de efecto invernadero.

Variables	Correlación de Pearson	Sig. Bilateral	Covarianza
Actividades antropogénicas	0.871	0.001	5.785
Generación de Gases de efecto invernadero			1642269.01

Fuente: Datos de la investigación

El cuadro muestra la relación entre las variables de estudio, interpretados de manera que altos valores de actividades antropogénicas están asociados con altos valores en la generación de gases de efecto invernadero GEI.

Los resultados del análisis correlacional entre las variables en estudio muestran una clara correlación positiva considerable = 0.878.

4.2.1.3 Análisis de regresión lineal

Cuadro 04 Análisis de regresión entre actividades antropogénicas y emisión de gases de efecto invernadero.

Resumen del modelo ^b									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado-correcto	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	.878 ^a	.771	.743	394307.7592	.771	26.988	1	8	.001

Fuente: Datos de la investigación

Los resultados del cuadro 4 muestran una regresión lineal entre variables cuya $R^2 = 0.771$, lo que supone una influencia directa de la variable independiente sobre la dependiente en 77.1 %

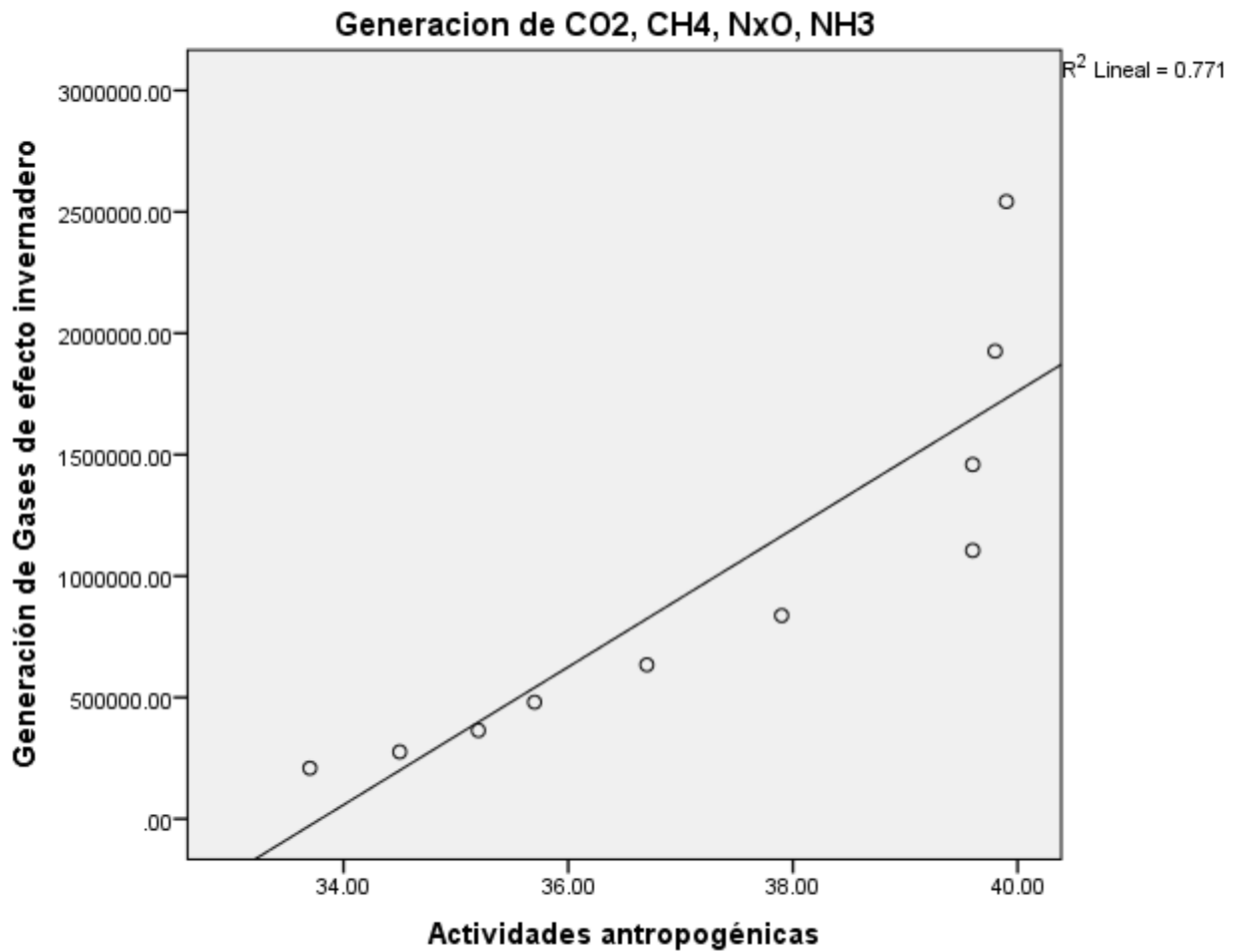


Gráfico 07 Regresión Lineal entre las variables actividades antropogénicas y generación de gases de efecto invernadero. Fuente: Datos de la investigación

4.2.2 Análisis respecto de la generación de gases que afectan la calidad del aire

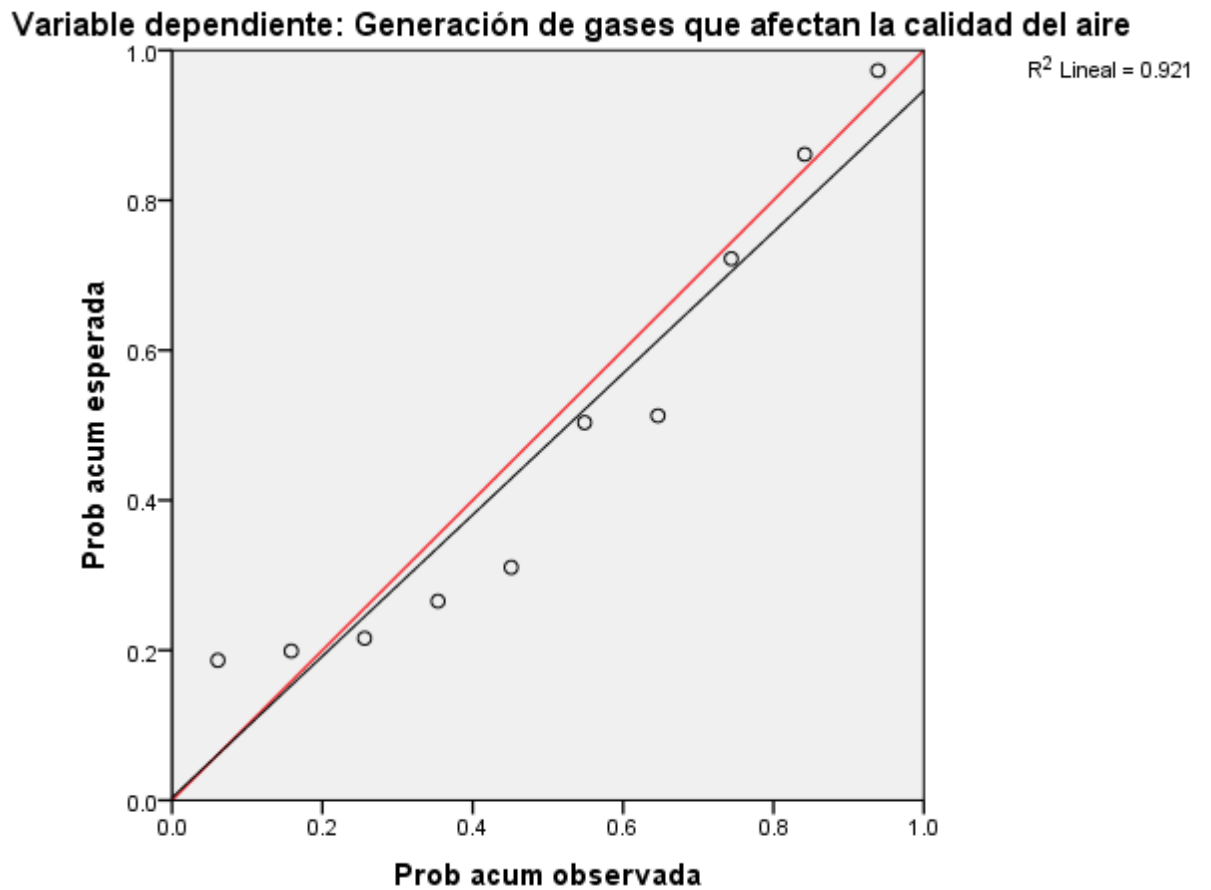


Gráfico 07 Grafico P-P normal de regresión tipificado para Gases que deterioran calidad del aire

Fuente: Datos de la investigación

4.2.2.1 Análisis de correlación

En este análisis se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para analizar la relación entre el comportamiento tendencial de las actividades antropogénicas y las emisiones generadas que afectan la atmosfera en la ciudad de Huánuco.

Cuadro 05 Análisis de correlaciones entre actividades antropogénicas y emisión de gases que afectan la calidad del aire

Variables	Correlación de Pearson	Sig. Bilateral	Covarianza
Actividades antropogénicas			13596425.4
Generación de Gases que afectan la calidad del aire	0.937	0	4675563.97

Fuente: Datos de la investigación

El cuadro muestra la relación entre las variables de estudio, interpretados de manera que altos valores de actividades antropogénicas están asociados con altos valores en la generación de gases que afectan la calidad del aire en la ciudad de Huánuco. Los resultados del análisis correlacional entre las variables en estudio muestran una clara correlación positiva muy fuerte = 0.937.

Cuadro 06 Análisis de regresión entre actividades antropogénicas y emisión de gases de efecto invernadero.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado-correctado	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	.937 ^a	.878	.863	800.40284	.878	57.684	1	8	.000

Fuente: Datos de la investigación

Los resultados del cuadro 6 muestran una regresión lineal entre variables cuya $R^2 = 0.878$, lo que supone una influencia directa de la variable independiente sobre la dependiente en 87.8 %

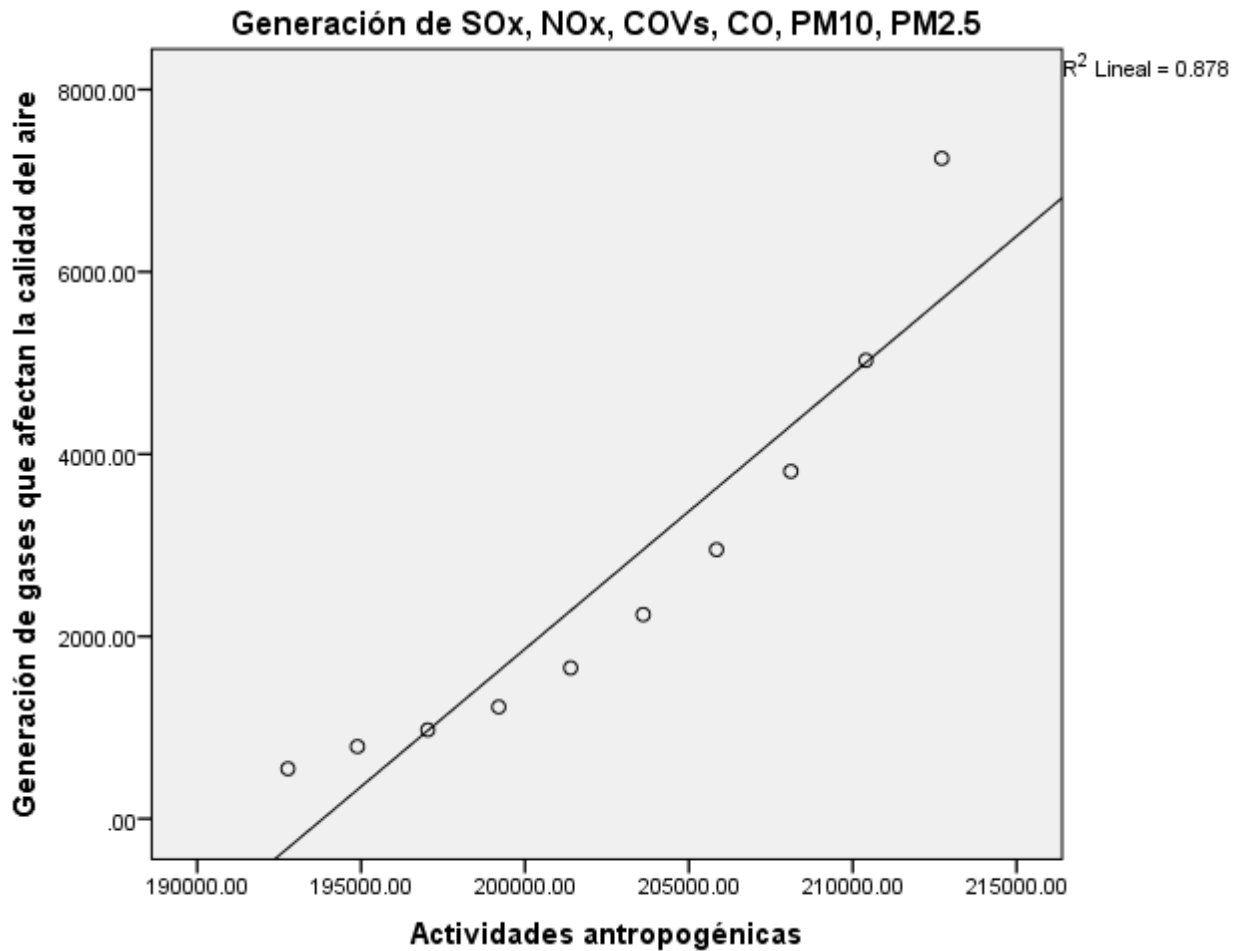


Gráfico 08 Regresión Lineal entre las variables actividades antropogénicas y generación de gases que afectan la calidad del aire.

Fuente: Datos de la investigación

4.3 Discusión de resultados

- La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, EPA por sus siglas en inglés, proporciona diversas herramientas para el cálculo estimado de emisiones atmosféricas, las cuales han sido utilizadas por diversos autores para calcular emisiones a bajo costo y con buenos resultados.

En la realización del presente estudio se han utilizado mucho de estos datos, dentro de los principales, los métodos para el cálculo de emisiones con la utilización de factores de emisión, y modelo de encuestas para industrias.

- Para Năstase, G. *et al* ²⁵, La contaminación del aire es uno de los mayores factores de riesgo para la salud humana, pero también presenta riesgos para los alimentos, la seguridad, la economía y el medio ambiente.

Como el modelo ha predicho, los resultados muestran un soporte concluyente que en la ciudad la cantidad de emisiones es elevada en 2025, y que estos afectarían diversos factores considerados por el autor antes citado.

- CEC.ORG menciona que el ozono troposférico se produce mediante reacciones químicas entre compuestos orgánicos volátiles (COVs), monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx) en presencia de la radiación solar. Y que los seres humanos contribuyen a la formación de ozono troposférico sobre todo mediante la quema de combustibles fósiles en el transporte, la industria y las centrales eléctricas. Además de que la evaporación de combustibles líquidos y solventes se incorporan a la formación de ozono.

Al analizar las emisiones proyectadas al 2025 y la combinación de resultados del estudio para COVs, CO, y NOx, ésta proporciona apoyo a la premisa de que se incrementaría considerablemente la generación de ozono troposférico en la ciudad, lo que traería efectos adversos a la vegetación, salud de la población, y aporte considerable al cambio climático al ser un gas que provoca efecto invernadero. Apoyado en la teoría mencionado por el autor.

- CEC.ORG menciona también que el ozono troposférico, componente básico del smog, incluso en muy pequeñas cantidades en el aire tiene efectos nocivos en la salud humana, en particular los sistemas cardiovascular y respiratorio. La exposición al ozono se ha vinculado con la mortalidad prematura y una gama

de cuestiones de morbilidad, como admisiones en hospitales y síntomas de asma.

Esta afirmación es preocupante para el futuro de la población ya que al tener una gran cantidad de emisiones al 2025 de gases precursores, se genera la hipótesis de que se incrementarían considerablemente los problemas de salud básicamente en los sistemas cardiovascular y respiratorio trayendo como consecuencia pérdidas, o incrementos en los presupuestos gubernamentales destinado a combatir estos males de salud que son provocados por el fenómeno smog y ozono.

- Santurtúna A. *et al* mencionan que la enfermedad pulmonar obstructiva crónica EPOC es de alta prevalencia y una de las principales causas de muerte a nivel mundial. Además, existe una asociación directa entre los niveles de PM10 y las urgencias por EPOC. Así mismo, menciona que por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de aumento del contaminante, las urgencias incrementan un 3,34% intensificándose el efecto de estas en las personas mayores de 74 años.

Teniendo en cuenta la cantidad de emisiones de PM10 en la ciudad de Huánuco para el 2025, y el número de personas de esa edad, se puede mencionar que las EPOC podrían incrementarse considerablemente reafirmando lo predicho por el autor citado

- Pérez M. *et al* menciona que la educación es el primer paso para conseguir nuestros objetivos. Se trata de educar a los más jóvenes para introducir unos hábitos de conducta duraderos que promuevan una actitud respetuosa con el medio ambiente, inculcar la necesidad de un desarrollo sostenible a través de un consumo energético responsable y una reducción en la emisión de contaminantes. El ciudadano informado reclamará a las gobernantes políticas de salud pública dirigidas a mantener la calidad del aire que respiramos.

Lo comentado por el autor debe ser tomado en cuenta en función de los resultados del estudio, dado que los niveles de contaminación superan el 200% como mínimo para el 2025, pero cabe recalca que se requiere una serie de elementos para una explicación adicional sobre problemas a suscitarse, por lo que es necesario nuevas investigaciones sobre el particular, para explicar a los educandos sobre el particular y se cambie la mentalidad de los mismos hacia un componente sostenible ambiental.

- Según el Senahmi La troposfera se extiende hasta unos 16 km en las regiones tropicales y hasta unos 9,7 km en latitudes templadas.

Analizando el comportamiento de la variación promedio de la temperatura a una altura de 2 metros, aunada a la limitada dispersión de los gases contaminantes por el viento (0-5km/h) en horas de la mañana, se puede afirmar que actualmente se está generando en la ciudad el fenómeno de inversión térmica.

CONCLUSIONES

El inventario de emisiones de la ciudad de Huánuco que incluye las principales fuentes de emisión recopiladas a través de información primaria muestra que el parque automotor, el almacenamiento y despacho de combustibles son los principales emisores de los COVs, (precursor del ozono troposférico) el cual tiene mayor presencia en la atmosfera de la ciudad.

La tendencia del comportamiento de las emisiones sumado a las condiciones que limitan la dispersión de los gases como temperatura y velocidad del viento muestra claramente que a medida que se incrementan las unidades de emisión se concentra más los gases perjudiciales en la troposfera de la ciudad, generándose la hipótesis de que se generará inversión térmica en el corto plazo.

El grafico N° 13 muestra las proyecciones de concentración e incremento de gases en la atmosfera en la ciudad pudiéndose apreciar claramente que los Compuestos orgánicos volátiles COVs, son los que más incremento tienen en términos porcentuales y como se mencionó anteriormente es un precursor del ozono troposférico.

Por otro lado, también es importante mencionar la existencia de una serie de contaminantes que tienen una influencia directa en el calentamiento global, ya que poseen un potencial de calentamiento muy elevado, así como la existencia de contaminantes implicados directamente en la destrucción del ozono estratosférico. Por lo que se concluye que los valores de emisiones de gases de efecto invernadero y que afectan a calidad del aire están influenciados por las diversas actividades que se realizan en la ciudad de Huánuco teniendo una relación considerable a alta igual al 0.878 y 0.937 respectivamente.

Del análisis de regresión podemos concluir que existe influencia directa de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 77.1% en la atmosfera de la

ciudad. Por su parte las emisiones de gases que afectan la calidad del aire y son precursores de otros fenómenos influyen en 87.8% en el deterioro de la atmosfera de la ciudad.

De acuerdo con los resultados del grafico N° 13 Emisiones de gases que afectan la calidad del aire en la ciudad de Huánuco se observa un crecimiento en las emisiones mayores a 200% para el 2025, respecto del año base 2015.

Por último se puede mencionar que los resultados permitieron conocer las diversas fuentes que generan emisiones, y de qué manera estas incrementan sus emisiones respecto del crecimiento poblacional, sin embargo, son insuficientes ya que existen otras situaciones que no fueron consideradas, como la generación de emisiones por la agricultura y fuentes puntuales como ladrilleras, generación de gases contaminantes de botaderos, imprentas entre otros.

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

Debido a la variabilidad de las temperaturas observadas en el grafico N° 04 y la velocidad del viento que oscila entre 5 y 8 km/h. observadas en el grafico N° 02, se puede presumir que estas limitan la dispersión de gases contaminantes sobre todo en horas de la mañana, con lo que surge la hipótesis de que existe una posible generación de inversión térmica. Dicho esto, se recomienda realizar estudios sobre el particular para verificar científicamente si se está empezando a producir ese fenómeno.

De acuerdo con lo visto en los resultados, existe una razón de peso para sostener que si no se implementan políticas ambientales al corto plazo la calidad del aire se verá seriamente afectada por lo que se recomienda que las autoridades regionales implementen nuevas políticas de gestión para evitar la degradación de la calidad del aire. Como el establecimiento y aplicación de límites de emisión más estrictos para vehículos y el control de emisiones de contaminantes en el sector industrial, además de fortalecer las actividades de inspección y vigilancia en la industria.

La correlación entre el crecimiento económico reflejado en las industrias, comercios y crecimiento demográfico y la generación de gases han puesto de manifiesto que existe una relación directa entre desarrollo y degradación de la calidad del aire con generación de ozono troposférico. Es por ello por lo que se recomienda implementar normas de instalación con parámetros ambientales locales con el fin de evitar un crecimiento desordenado y perjudicial para la salud de la sociedad y el ambiente del área de estudio en el futuro.

Se recomienda realizar un análisis detallado respecto a la contaminación del aire, considerando las agrícolas, ganaderas u otra índole como la deposición de residuos sólidos que no se consideraron en este estudio ya que su contribución a la contaminación es teóricamente considerable.

La tendencia en el aumento de las emisiones a futuro hace que la exposición humana involucre problemas básicamente en la salud, causando mayor gasto en el área de salud por lo que se deben implementar métodos de registro que verifiquen las condiciones de la calidad del aire en la ciudad e implementar políticas de adecuación o exigencia de requisitos ambientales para el licenciamiento de empresas y permisos para circulación de vehículos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. OMS. ORG: Organización mundial de la salud [internet]. US: [consultado el 10 de marzo del 2015]. Disponible en: <http://www.oms.org/>
2. Manzi V, Belalcazar L, Giraldo E., Zarate E. Clappier A. Estimación de los factores de emisión de las fuentes Móviles de la ciudad de Bogotá. Revista de Ingeniería, [S.l.], n. 18, p. 18-25, may. 2014. ISSN 20110049. Disponible en:
<<https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/476>>. Fecha de acceso: 10 marzo. 2015 doi:10.16924/riua.v0i18.476
3. Soret A, Jiménez P, Guerrero D, Cárdenas F, Rueda S, Baldasano JM. Estimación de futuros escenarios de emisiones para analizar el impacto de la movilidad del tráfico en una gran conurbación mediterránea en el Área Metropolitana de Barcelona (España). Investigación de la contaminación atmosférica. Volumen 4, Número 1, enero de 2013, páginas 22-32
4. Jaramillo M, Núñez M., Ocampo W, Pérez D, Portilla G. Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuentes puntuales en la zona Cali-Yumbo (Colombia). Revista Científica Ingeniería y Desarrollo, No 17 2005
5. Fernández S, A., Terrón A, Biomonitorización de la calidad del aire en los alrededores de La Robla (León). Revista Ecosistemas, Norteamérica, 12, sep. 2003. Disponible en:
6. <<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/349>>. Fecha de acceso: 05 may. 2015.
7. Rincón, G.; Cremades, L.V. Assessment of responsibility for pollution from PM10 and Sulfur dioxide. Application to an industrial area on the northeastern coast of Venezuela. Aerosol and Air Quality Research, octubre 2012, vol. 12, núm. 5, p. 722-732
8. Aponte C, Silva J, Laín S, Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos primarios de fuentes fijas puntuales en la Comuna 4 de la ciudad de Cali. El Hombre y la Máquina [en línea] 2010, (enero-junio) [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2015] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47817108011>> ISSN 0121-0777
9. Echeverri Londono, Carlos Alberto. Estimación de la emisión de gases de efecto invernadero en el municipio de Montería (Córdoba, Colombia). Rev.

- ing. univ. Medellin, Medellín, v.5, n. 9, p. 85-96, 2006. Disponible en <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242006000200008&lng=en&nrm=iso>. Consultado el 04 Nov. 2015.
10. García J. "Influencia de la meteorología en la calidad del aire en la zona metropolitana del valle de México. Revista especializada en ciencias químico-biológicas. Volumen 21, Número 2. 2009.
 11. Mendoza A, García, M. Aplicación de un modelo de calidad del aire de segunda generación a la zona metropolitana de Guadalajara, México. Rev. Int. Contam. Ambient [online]. 2009, vol.25, n.2 [citado 2015-10-02], pp.73-85. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992009000200002&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0188-4999.
 12. EPA: s. f. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [internet]. US: [consultado el 9 de abril del 2015]. Disponible en: <http://www3.epa.gov>
 13. Radian International [internet]. US: [consultado el 9 de abril del 2015]. Disponible en: <https://www3.epa.gov/ttn/catc/dir1/areainv5.pdf>
 14. CEC. ORG: Comisión para la Cooperación Ambiental [internet]. US: [consultado el 10 de enero del 2016]. Disponible en: <http://www.cec.org/>
 15. Emissions Estimation Technique Manual for Aggregated Emissions from Domestic/Commercial Solvent and Aerosol Use, Environment Australia. Australia; 1999; 1 (2): 99-105
 16. Masini, E, Medina, J. Scenarios as seen from a human and social perspective. Technological Forecasting and Social Change. 2000; 65 (1): 49-66.
 17. Mb:2006. Meteoblue weather [internet]. US: [consultado el 15 de marzo del 2018]. Disponible en: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/air/alf%C3%A9rez-fap-david-figueroa-fernandini-airport_per%C3%BA_6300814
 18. Năstase, G., Erban, A., Năstase, A.F., Dragomir, G., Brezeanu, Alin.Ionu. Air quality, primary air pollutants and ambient concentrations inventory for Romania, Atmospheric Environment. 2018, doi: 10.1016/j.atmosenv.(04).034.
 19. Linderhoff, R. Toxicología ambiental. Madrid: Ediciones. Limusa; 1999

20. Pérez M, Valenzuela M, Díaz A, González-Pienda J, Núñez J. Disposición y enfoques de aprendizaje en estudiantes universitarios de primer año. *Universitas Psychologica* [en línea] 2011, 10 (mayo-agosto): [Fecha de consulta: 22 de setiembre de 2017] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64722451010>> ISSN 1657-9267
21. PNUMA. Cambio Climático Proyecto Ciudadanía Ambiental Global. 2005
22. Santurtúna, A, Domingo FR, Leyre R, María T.Z. Análisis de la relación entre la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y los contaminantes atmosféricos atendiendo al origen y trayectoria de las masas de aire en el Norte de España. *Bronconeumología*. Noviembre 2017 Vol. 53. Núm. 11. páginas 603-658 DOI: 10.1016/j.arbres.2017.03.017
23. Semarnat. México, Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención. Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Ine - Semarnat. 2009.
24. Stern, A.C., Boubl. R.W., Turner, DB. Y Fox, DL. *Fundamentals of air pollutions*. Academic Press US: 1984; 5 (1): 101-115

ANEXOS

ANEXO N° 01
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN LA CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO 2015”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<p>Problema General: ¿Qué cantidad de gases contaminantes generan las fuentes de emisión atmosférica en la ciudad de Huánuco, y que comportamiento tendrá para el 2025?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son los factores que contaminan la atmósfera de la ciudad de Huánuco integrados por sector económico y demográfico? 	<p>Objetivo General: Conocer la cantidad de emisiones de gases contaminantes que alterarían la calidad del aire de la ciudad de Huánuco en el 2025, generadas de las principales fuentes de emisión atmosférica.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar las principales fuentes de contaminación atmosférica de la ciudad de Huánuco integrados por sector económico y demográfico para el 2015 • Desarrollar el inventario de emisiones totales por las diferentes categorías de fuente de emisión en la ciudad de Huánuco en el 2015. • Estimar la dispersión natural de contaminantes atmosférica en fuentes puntuales en la ciudad de Huánuco. • Estimar las variaciones de los niveles de emisión en el tiempo proyectados al 2025 	<p>Hipótesis General: Ho: Las emisiones de contaminantes que afectan la calidad del aire para el 2025, no superarán el 100% de emisiones respecto del 2015 en la ciudad de Huánuco, a su vez, no tendrán una dispersión natural adecuada. Y a medida que las actividades antropogénicas y demográficas en la ciudad se incrementan, estas se mantendrán estables.</p> <p>Ha: Las emisiones de contaminantes que afectan la calidad del aire para el 2025, superarán el 100% de emisiones respecto del 2015 en la ciudad de Huánuco, a su vez, no tendrán una dispersión natural adecuada. Y a medida que las actividades antropogénicas y demográficas en la ciudad se incrementan estas también se incrementan.</p>	<p>Variables independientes: Emisiones de contaminación atmosférica.</p> <p>Variables dependientes: Calidad del aire</p>	<p>Emisión de: Óxidos de Nitrógeno (Tn/año) Partículas en suspensión (Tn/año) Monóxido de Carbono (Tn/año) Óxidos de Azufre (Tn/año) Compuestos orgánicos Volátiles COV's (Tn/año)</p> <p>Concentración de: Óxidos de Nitrógeno (μ/m^3) Partículas en suspensión (μ/m^3) Monóxido de Carbono (μ/m^3) Óxidos de Azufre (μ/m^3) Compuestos orgánicos Volátiles COVs (μ/m^3) Ozono troposférico (μ/m^3)</p>	<p>Se tuvo una relación de causalidad, ya que se recolectaron datos y se describió la relación de causalidad a la vez que se reconstruyó las relaciones sobre la base de variabilidad amplia de las variables independientes y dependientes. Además de que no se partió de una variable en especial ni de grupos, sino que se evaluó la estructura causal completa (las relaciones en su conjunto) ya que todos los estudios transeccionales causales nos brindan la oportunidad de predecir el comportamiento de un fenómeno de una o más variables, una vez que se establece la causalidad.</p> <p>De lo cual se desprende una investigación descriptiva correlacional según la siguiente simbología:</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD M --> O1 M --> O2 O1 --> r r --> O2 </pre> </div> <p>Donde: M: Muestra O1: Observación de la variable crecimiento o proyección de actividades antropogénicas. O2: Observación de generación de gases contaminantes. r: Correlación entre las mencionadas variables.</p>

Anexo 2

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Identificación de Fuente

Categoría de Fuente	Fuente de emisión	Contaminante	Técnicas de estimación				Observaciones
			Factor de emisión	Fuente	Balace de materiales	Modelos de emisión	
		CO					
		NO					
		SO					
		COVs					
		PM10					
		PM2.5					
		CO					
		NO					
		SO					
		COVs					
		PM10					
		PM2.5					
		CO					
		NO					
		SO					
		COVs					
		PM10					
		PM2.5					
		CO					
		NO					
		SO					
		COVs					
		PM10					
		PM2.5					

Resultados de las estimaciones de emisiones

Contaminante	ID. De la actividad	Cantidad	Operación promedio diario	Factor de emisión	Emisiones	Emisiones anuales	Observaciones
COVs							
NO							
CO							
SO							
PM10							
PM2.5							
PST							
Contaminante	ID. De la actividad	Cantidad	Operación promedio diario	Factor de emisión	Emisiones	Emisiones anuales	Observaciones
COVs							
NO							
CO							
SO							
PM10							
PM2.5							
PST							
Contaminante	ID. De la actividad	Cantidad	Operación promedio diario	Factor de emisión	Emisiones	Emisiones anuales	Observaciones
COVs							
NO							
CO							
SO							
PM10							
PM2.5							
PST							
Contaminante	ID. De la actividad	Cantidad	Operación promedio diario	Factor de emisión	Emisiones	Emisiones anuales	Observaciones
COVs							
NO							
CO							
SO							
PM10							
PM2.5							
PST							

Modelo de calculo de emisiones (hoja excel)

2016								
Fuente	Factores de emisión - horno (kg/kg comb.)							Consumo prom.
	MP2.5	MP10	NOX	SOX	CO	COV	CN	kg/año
Hornos a gas	4.02E-05	4.02E-05	3.81E-05	3.45E-05	1.49E-03	1.18E-03	1.61E-06	16433224.7
Tn/kg. comb.	4.02E-08	4.02E-08	3.81E-08	3.45E-08	1.49E-06	1.18E-06	1.61E-09	
Emission Tn/año	6.61E-01	6.61E-01	6.26E-01	5.67E-01	2.45E+01	1.94E+01	2.65E-02	
2017								
Fuente	Factores de emisión - horno (kg/kg comb.)							Consumo prom.
	MP2.5	MP10	NOX	SOX	CO	COV	CN	kg/año
Hornos a gas	4.02E-05	4.02E-05	3.81E-05	3.45E-05	1.49E-03	1.18E-03	1.61E-06	16613990.2
Tn/kg. comb.	4.02E-08	4.02E-08	3.81E-08	3.45E-08	1.49E-06	1.18E-06	1.61E-09	
Emission Tn/año	6.68E-01	6.68E-01	6.33E-01	5.73E-01	2.48E+01	1.96E+01	2.67E-02	
2018								
Fuente	Factores de emisión - horno (kg/kg comb.)							Consumo prom.
	MP2.5	MP10	NOX	SOX	CO	COV	CN	kg/año
Hornos a gas	4.02E-05	4.02E-05	3.81E-05	3.45E-05	1.49E-03	1.18E-03	1.61E-06	16796744
Tn/kg. comb.	4.02E-08	4.02E-08	3.81E-08	3.45E-08	1.49E-06	1.18E-06	1.61E-09	
Emission Tn/año	6.75E-01	6.75E-01	6.40E-01	5.79E-01	2.50E+01	1.98E+01	2.70E-02	
2019								
Fuente	Factores de emisión - horno (kg/kg comb.)							Consumo prom.
	MP2.5	MP10	NOX	SOX	CO	COV	CN	kg/año
Hornos a gas	4.02E-05	4.02E-05	3.81E-05	3.45E-05	1.49E-03	1.18E-03	1.61E-06	16981508.2
Tn/kg. comb.	4.02E-08	4.02E-08	3.81E-08	3.45E-08	1.49E-06	1.18E-06	1.61E-09	
Emission Tn/año	6.53E-01	6.53E-01	6.19E-01	5.61E-01	2.42E+01	1.92E+01	2.62E-02	
2020								
Fuente	Factores de emisión - horno (kg/kg comb.)							Consumo prom.
	MP2.5	MP10	NOX	SOX	CO	COV	CN	kg/año
Hornos a gas	4.02E-05	4.02E-05	3.81E-05	3.45E-05	1.49E-03	1.18E-03	1.61E-06	17168304.8
Tn/kg. comb.	4.02E-08	4.02E-08	3.81E-08	3.45E-08	1.49E-06	1.18E-06	1.61E-09	
Emission Tn/año	6.90E-01	6.90E-01	6.54E-01	5.92E-01	2.56E+01	2.03E+01	2.76E-02	
2021								
Fuente	Factores de emisión - horno (kg/kg comb.)							Consumo prom.
	MP2.5	MP10	NOX	SOX	CO	COV	CN	kg/año
Hornos a gas	4.02E-05	4.02E-05	3.81E-05	3.45E-05	1.49E-03	1.18E-03	1.61E-06	17357156.2
Tn/kg. comb.	4.02E-08	4.02E-08	3.81E-08	3.45E-08	1.49E-06	1.18E-06	1.61E-09	
Emission Tn/año	6.98E-01	6.98E-01	6.61E-01	5.99E-01	2.59E+01	2.05E+01	2.79E-02	
2022								
Fuente	Factores de emisión - horno (kg/kg comb.)							Consumo prom.
	MP2.5	MP10	NOX	SOX	CO	COV	CN	kg/año
Hornos a gas	4.02E-05	4.02E-05	3.81E-05	3.45E-05	1.49E-03	1.18E-03	1.61E-06	17548084.9
Tn/kg. comb.	4.02E-08	4.02E-08	3.81E-08	3.45E-08	1.49E-06	1.18E-06	1.61E-09	
Emission Tn/año	7.05E-01	7.05E-01	6.69E-01	6.05E-01	2.61E+01	2.07E+01	2.83E-02	
2023								
Fuente	Factores de emisión - horno (kg/kg comb.)							Consumo prom.
	MP2.5	MP10	NOX	SOX	CO	COV	CN	kg/año
Hornos a gas	4.02E-05	4.02E-05	3.81E-05	3.45E-05	1.49E-03	1.18E-03	1.61E-06	17741113.8
Tn/kg. comb.	4.02E-08	4.02E-08	3.81E-08	3.45E-08	1.49E-06	1.18E-06	1.61E-09	
Emission Tn/año	7.13E-01	7.13E-01	6.76E-01	6.12E-01	2.64E+01	2.09E+01	2.86E-02	
2024								
Fuente	Factores de emisión - horno (kg/kg comb.)							Consumo prom.
	MP2.5	MP10	NOX	SOX	CO	COV	CN	kg/año
Hornos a gas	4.02E-05	4.02E-05	3.81E-05	3.45E-05	1.49E-03	1.18E-03	1.61E-06	17936266.1
Tn/kg. comb.	4.02E-08	4.02E-08	3.81E-08	3.45E-08	1.49E-06	1.18E-06	1.61E-09	
Emission Tn/año	7.21E-01	7.21E-01	6.83E-01	6.19E-01	2.67E+01	2.12E+01	2.89E-02	
2025								
Fuente	Factores de emisión - horno (kg/kg comb.)							Consumo prom.
	MP2.5	MP10	NOX	SOX	CO	COV	CN	kg/año
Hornos a gas	4.02E-05	4.02E-05	3.81E-05	3.45E-05	1.49E-03	1.18E-03	1.61E-06	18133565
Tn/kg. comb.	4.02E-08	4.02E-08	3.81E-08	3.45E-08	1.49E-06	1.18E-06	1.61E-09	
Emission Tn/año	7.29E-01	7.29E-01	6.91E-01	6.26E-01	2.70E+01	2.14E+01	2.92E-02	

Fuentes de Contaminación atmosférica

INDUSTRIA										
ABREVIOS Y NOMBRAMIENTO SOCIAL		ACTIVIDAD ECONOMICA	tipo de emisión	TIPO VIA	Kilómetros VIA	IND/DIR/MS	USUOS	BETRIOS	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PRODUC. CARNE Y PROD. CARNICOS.										
EMPRESA AGROINDUSTRIAL QILU CHAQUI E.I. LEVIAN DE E.I.R.L.	PRODUC. CARNE Y PROD. CARNICOS. PRODUC. CARNE Y PROD. CARNICOS.		JR.	ABTAO			351	100101	HUANUCO	HUANUCO
			JR.	LOS JAZMINES			148	100102	AMARIUS	HUANUCO
ELAB. FRUTAS, LEG. Y HORTALIZAS.										
PILLO VALLE S.A.C.	ELAB. FRUTAS, LEG. Y HORTALIZAS.		JR.	28 DE JULIO			199	100111	PILLO MARCA	HUANUCO
CONSORCIO GRADE CHAGLA S.A.	ELAB. FRUTAS, LEG. Y HORTALIZAS.		JR.	LOS CLAVELLES			130	100102	AMARIUS	HUANUCO
ELAB DE PRODUCTOS LACTEOS.										
CORPORACION PERU SOCIEDAD ANONIMA INVERSIONES MBG EMPRESA INDIVIDUAL DE R ANDRY S.R.L.	ELAB DE PRODUCTOS LACTEOS. ELAB DE PRODUCTOS LACTEOS.		CAR.	HUANUCO AMBO				100111	PILLO MARCA	HUANUCO
			JR.	HUANUCO			707	100101	HUANUCO	HUANUCO
LACTIFOR E.I.R.L.	ELAB DE PRODUCTOS LACTEOS.		PJ.	LOS HERDES			154	100101	HUANUCO	HUANUCO
AUCONH PERU S.A.C.	ELAB DE PRODUCTOS LACTEOS.		----	PRL. INDEPENDENCIA				100102	HUANUCO	HUANUCO
INVERSIONES AGROINDUSTRIALES DE EXPORTAC GANADERIA ECOLOGICA PRODUCTOS LACTEOS RA WA WIA HELADOS ARTESANALES SOCIEDAD ANONI	ELAB DE PRODUCTOS LACTEOS. ELAB DE PRODUCTOS LACTEOS.		PJ.	JUAN BOYANOVICH			138	100101	HUANUCO	HUANUCO
			JR.	2 DE MAYO			1125	100101	HUANUCO	HUANUCO
			JR.	LOS CLAVELLES			129	100102	AMARIUS	HUANUCO
ELAB. DE PRODUCTOS DE MOLINERIA.										
ALIMENTOS EKHS EMPRESA INDIVIDUAL DE RE AGRONOSTRIAS IWKA KOTOSH SOCIEDAD COME PROCESADORA Y DISTRIBUIDORA DE ALIMENTOS	ELAB. DE PRODUCTOS DE MOLINERIA. ELAB. DE PRODUCTOS DE MOLINERIA.		CAL.	AMAZONAS			133	100101	HUANUCO	HUANUCO
			BL.	SAN ANDRES				100111	PILLO MARCA	HUANUCO
			JR.	JUNIN			230	100101	HUANUCO	HUANUCO
ELAB. PROD. DE PANADERIA.										
PANIFICADORA INDUSTRIAL SAN FERNANDO E.I PANIFICADORA INDUSTRIAL VIFER E.I.R.L.	ELAB. PROD. DE PANADERIA. ELAB. PROD. DE PANADERIA.		JR.	VENEZUELA	D-12			100111	PILLO MARCA	HUANUCO
HIDALGO Y TOLENTINO SOCIEDAD COMERCIAL ADRIANOS PERU E.I.R.L.	ELAB. PROD. DE PANADERIA. ELAB. PROD. DE PANADERIA.		JR.	LEONCIO PRADO			1229	100101	HUANUCO	HUANUCO
EDMIPRO S.A.C.	ELAB. PROD. DE PANADERIA.		JR.	28 DE JULIO			700	100101	HUANUCO	HUANUCO
PANIFICADORA M CARLOS SOCIADOS S.R.L	ELAB. PROD. DE PANADERIA.		JR.	2 DE MAYO			1020	100101	HUANUCO	HUANUCO
PINOCHITO PANADERIA S.A.C.	ELAB. PROD. DE PANADERIA.		JR.	GENERAL PRADO			1019	100101	HUANUCO	HUANUCO
			JR.	ATACACHO			709	100101	HUANUCO	HUANUCO
			AV.	ALAMEDA DE LA REPUBLIC			221	100101	HUANUCO	HUANUCO
ELAB. CACAO, CHOCOLATE Y CONFIT.										
INVERSIONES EMANUEL EIRL	ELAB DE OTROS PROD. ALIMENTICIOS.		JR.	DAMASO BERAUN			544	100101	HUANUCO	HUANUCO
EMPRESA DE SERVICIOS MULTIPLES VICMIR SO INDUSTRIA MOLINERA DE PRODUCTOS DE LA RE AGRONOSTRIAS MELCHOR SOCIEDAD COMERCIA BERTILA SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	ELAB DE OTROS PROD. ALIMENTICIOS. ELAB DE OTROS PROD. ALIMENTICIOS.		CAR.	CENTRAL			298	100101	HUANUCO	HUANUCO
OLIVI NATURA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPO CEREALES EXPANDIDOS LOS ANGELITOS EMPRES MEDITERRANA RESTAURANTE CAFE BISTRO EMPR	ELAB DE OTROS PROD. ALIMENTICIOS. ELAB DE OTROS PROD. ALIMENTICIOS.		BL.	BANISERA BLANCA				100102	AMARIUS	HUANUCO
			JR.	HERMILIO VALDIZAN			545	100101	HUANUCO	HUANUCO
			JR.	CRESCO CASTILLO			622	100101	HUANUCO	HUANUCO
			CAL.	CINCO			13	100102	AMARIUS	HUANUCO
			JR.	2 DE MAYO			559	100101	HUANUCO	HUANUCO
FAB. DE PRENDAS DE VESTIR.										
ROJAS SPORT S.R.L	FAB. DE PRENDAS DE VESTIR.		JR.	HUANUCO			613	100101	HUANUCO	HUANUCO
CONFECCIONES TEXTILES LEXTHI EMPRESA IND	FAB. DE PRENDAS DE VESTIR.		JR.	HUALAYCO			872	100101	HUANUCO	HUANUCO
ASERRADO Y ACEPILLADURA MADERA.										
MADERERA MILAGROS E.I.R.L.	ASERRADO Y ACEPILLADURA MADERA.	COVs	JR.	28 DE JULIO			844	100101	HUANUCO	HUANUCO
MADERERA PILCOTOPRES EMPRESA INDIVIDUAL INDUSTRIA MADERERA AMARIUS E.I.R.L.	ASERRADO Y ACEPILLADURA MADERA. ASERRADO Y ACEPILLADURA MADERA.	COVs	JR.	HUALAYCO			379	100101	HUANUCO	HUANUCO
MADERERA SANCHEZ E.I.R.L.	ASERRADO Y ACEPILLADURA MADERA.	COVs	CAR.	CARRET. CENTRAL			41	100102	AMARIUS	HUANUCO
MULTISERVICIOS HERMANOS MALLQUI S.R.L	ASERRADO Y ACEPILLADURA MADERA.	COVs	AV.	UNIVERSITARIA				100111	PILLO MARCA	HUANUCO
BENDPORT EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSB CONSTRUCTORA E INVERSIONES LAZARTE SOCIE	ASERRADO Y ACEPILLADURA MADERA. ASERRADO Y ACEPILLADURA MADERA.	COVs	----	PRL SAN MARTIN			297	100101	HUANUCO	HUANUCO
		COVs	CAR.	CARRET. CENTRAL				100102	AMARIUS	HUANUCO
FAB. PARTES Y PIEZAS CARPINTERIA.										
GODOY SEGUNDO EDDSON FOSAFAT EMPRESA IND	FAB. PARTES Y PIEZAS CARPINTERIA.		CAL.	LOS EUCALIPTOS			293	100102	AMARIUS	HUANUCO
ED. DE PERIODICOS Y REVISTAS.										
EDITORIA Y CONSULTORA ORBE EMPRESA INDIV	ED. DE PERIODICOS Y REVISTAS.	COVs - Tolueno	AV.	LOS GIRAZOLES			826	100102	AMARIUS	HUANUCO
ACTIVIDADES DE IMPRESION.										
IMPRENTA GUADALUPE EMPRESA INDIVIDUAL DE OPERACIONES NUEVO MILenio E.I.R.L.	ACTIVIDADES DE IMPRESION.	COVs - Tolueno	JR.	CONSTITUCION			115	100101	HUANUCO	HUANUCO
IMPRENTA FILM EMPRESA INDIVIDUAL DE RESP INVERSIONES SFOP EMPRESA INDIVIDUAL DE R IMPRESIONES FELIX E.I.R.L.	ACTIVIDADES DE IMPRESION. ACTIVIDADES DE IMPRESION.	COVs - Tolueno	JR.	LEONCIO PRADO			526	100101	HUANUCO	HUANUCO
GRAN CRUZ E.I.R.L.	ACTIVIDADES DE IMPRESION.	COVs - Tolueno	JR.	DOS DE MAYO			861	100101	HUANUCO	HUANUCO
AMARILUS INDIANA EDITORES EMPRESA INDIVI SHABYTA E.I.R.L.	ACTIVIDADES DE IMPRESION. ACTIVIDADES DE IMPRESION.	COVs - Tolueno	----	PARTE PARCELA	121A			100111	PILLO MARCA	HUANUCO
IMPRENTA Y EDITORIAL PAGINAS 3 S.A.C	ACTIVIDADES DE IMPRESION.	COVs - Tolueno	JR.	GENERAL PRADO			552	100101	HUANUCO	HUANUCO
OPTIMUS MAQUINARIAS ACCESORIOS Y SERVICI ESPADIOS COMUNICACIONES & NEGOCIOS SOCIE SERVICIOS GENERALES DIGRAFIC SOCIEDAD CO	ACTIVIDADES DE IMPRESION. ACTIVIDADES DE IMPRESION.	COVs - Tolueno	JR.	HERMILIO VALDIZAN			171	100101	HUANUCO	HUANUCO
		COVs - Tolueno	BL.	HERMILIO VALDIZAN			1338	100101	HUANUCO	HUANUCO
		COVs - Tolueno	JR.	ABTAO			1020	100101	HUANUCO	HUANUCO
		COVs - Tolueno	CAL.	HUALAYCO			271	100101	HUANUCO	HUANUCO
		COVs - Tolueno	AV.	MARCOS DURAND MARTEL			196	100102	AMARIUS	HUANUCO
		COVs - Tolueno	JR.	HERMILIO VALDIZAN			680	100101	HUANUCO	HUANUCO
ACTIVIDADES DE IMPRESION.										
SERVICIOS MULTIPLES SENCEL E.I.R.L	REPRODUCCION MATERIALES GRAB.	COVs - Tolueno	JR.	TUPAC AMARU			392	100604	JOSE CRESCO Y CASTILLELEONCIO PRADO	HUANUCO
FAB. DE SUSTANCIAS QUIMICAS BASICAS.										
PROGRESIONES MEDICAS DEL PERU E.I.R.L.	FAB. DE SUSTANCIAS QUIMICAS BASICAS.	COVs - Tolueno	JR.	MAYRO			132	100102	AMARIUS	HUANUCO
PRODUCTOS QUIMICOS MEDICOS SOCIEDAD ANO	FAB. DE SUSTANCIAS QUIMICAS BASICAS.	COVs - Tolueno	JR.	MAYRO			132	100101	HUANUCO	HUANUCO
FAB. ABONO Y COMP. DE NITROGENO.										
INDUSTRIAS AGRARIAS INTIAGRO SOCIEDAD CO INVERSIONES AGRICOLAS VETERINARIAS MEDIO	FAB. ABONO Y COMP. DE NITROGENO. FAB. DE PLAGUICIDAS Y OTROS PROD. QUIM.		JR.	DAMASO BERAUN			246	100101	HUANUCO	HUANUCO
			JR.	HERMILIO VALDIZAN			412	100101	HUANUCO	HUANUCO
FAB. DE PINTURAS Y BARNICES.										
KORALMAX SOCIEDAD ANONIMA CERRADA CLEANER TROPICAL S.R.L.	FAB. DE PINTURAS Y BARNICES.		JR.	LOS LAURELES			352	100102	AMARIUS	HUANUCO
MATIZADOS LEITO CAR SOCIEDAD COMERCIAL D	FAB. DE PINTURAS Y BARNICES.		AV.	UNIVERSITARIA			204	100102	AMARIUS	HUANUCO
MAQUINARIAS AGRO ELECTRO NELAMATICAS TORRES	FAB. OTRO TIPO MAQUIN. USO ESPECIAL.		JR.	PEDRO PUELLES			547	100101	HUANUCO	HUANUCO
FAB. CARROCERIAS PARA VEHICULOS.										
CARROCERIAS METALICAS MARBUSS S.R.L.	FAB. CARROCERIAS PARA VEHICULOS.		JR.	SAN CRISTOBAL			135	100101	HUANUCO	HUANUCO
FAB. DE MUEBLES.										
TABLECENTRO PARDO'S E.I.R.L.	FAB. DE MUEBLES.	COVs	JR.	PROL. ABTAO			528	100101	HUANUCO	HUANUCO
REPRESENTACIONES E INVERSIONES GENERALES INVERSIONES MUEBLES E INMUEBLES EMPRESA CARROCERIAS & REMOLQUES SAN FRANCISCO E. INDUSTRIAS Y MUEBLES ORAG EMPRESA INDIVI MUEBLERA CASA BLANCA EMPRESA INDIVIDUAL MADESA MUEBLES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	FAB. DE MUEBLES. FAB. DE MUEBLES. FAB. DE MUEBLES. FAB. DE MUEBLES.	COVs	JR.	LOS CHASQUIS			139	100102	AMARIUS	HUANUCO
		COVs	AV.	VIA COLECTORA	SN			100102	AMARIUS	HUANUCO
		COVs	----	PARCELA N°	21-A			100109	SANTA MARIA DEL VAL	HUANUCO
		COVs	JR.	MANCO CAPAC			310	100102	AMARIUS	HUANUCO
		COVs	JR.	HUALAYCO			946	100101	HUANUCO	HUANUCO
		COVs	----	PROL. MAYRO			549	100101	HUANUCO	HUANUCO
OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS NCP.										
KONSORTIUM MASS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS NCP.		JR.	CRESCO CASTILLO			746	100101	HUANUCO	HUANUCO

SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y VAPOR									
APELLIDOS Y NOMBRES/RAZÓN SOCIAL	ACTIVIDAD ECONÓMICA	TELÉFONO/CELULAR	TIPO VÍA	NOMBRE VÍA	NRO/KM/MZ	UBIGEO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
GENERACIÓN Y DIST. ENERGÍA ELÉCTRICA.									
COM. OBRA AGUA Y DESAGA A.H.NOLBERTO HARO	GENERACIÓN Y DIST. ENERGÍA ELÉCTRICA.		CAL.	CINCO	M	100101	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
COMITÉ CENTRAL ELECTRI. Y DESARROLLO HCO	GENERACIÓN Y DIST. ENERGÍA ELÉCTRICA.		JR.	HUANUCO		785	100101	HUANUCO	HUANUCO
LOYAZA TECNICOS EMPRESA INDIVIDUAL DE RE	GENERACIÓN Y DIST. ENERGÍA ELÉCTRICA.		JR.	MIGUEL GRAU		255	100102	AMARIUS	HUANUCO
CONSORCIO ELECTRICO TANTAMAYO	GENERACIÓN Y DIST. ENERGÍA ELÉCTRICA.		JR.	MAYRO		339	100101	HUANUCO	HUANUCO
AURIGA 1 SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	GENERACIÓN Y DIST. ENERGÍA ELÉCTRICA.		AV.	LOS SAUCES		-	100102	AMARIUS	HUANUCO
FAB. DE GAS, DISTRIBUCION COMBUSTIBLE.									
DISTRIBUIDORA Y COMERCIALIZADORA REAL GAS	FAB. DE GAS, DISTRIBUCION COMBUSTIBLE.		JR.	AGULAR		121	100101	HUANUCO	HUANUCO

COMERCIO									
APELLIDOS Y NOMBRES/RAZÓN SOCIAL	ACTIVIDAD ECONÓMICA	TIPO DE EMISIÓN	TIPO VÍA	NOMBRE VÍA	NRO/KM/MZ	UBIGEO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
VENTA DE VEHICULOS AUTOMOTORES.									
GRUPO BELEN MOTOS EMPRESA INDIVIDUAL DE SERVICIOS MULTIPLES MOTOR IMPORT GLADYS	VENTA DE VEHICULOS AUTOMOTORES.		JR.	ESTEBAN PABLETICH		711	100102	AMARIUS	HUANUCO
MOTO REPUSTOS ITALO E.I.R.L	VENTA DE VEHICULOS AUTOMOTORES.		AV.	ESTEBAN PABLETICH		644	100102	AMARIUS	HUANUCO
IMPORTACIONES C & L E.I.R.L	VENTA DE VEHICULOS AUTOMOTORES.		AV.	ENRIQUE PIMENTEL		329	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
INVERSIONES E IMPORTACIONES EL CHINO MOT	VENTA DE VEHICULOS AUTOMOTORES.		AV.	TITO JAIME FERNANDEZ		560	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
JERUEL E.I.R.L	VENTA DE VEHICULOS AUTOMOTORES.		JR.	HERMILO VALDEZAN		171	100101	HUANUCO	HUANUCO
MOTOSPORT E.I.R.L	VENTA DE VEHICULOS AUTOMOTORES.		AV.	ANTONIO RAMONDI		530	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
T S J MOTOR S RACING HUANUCO ERL	VENTA DE VEHICULOS AUTOMOTORES.		BL.	SANTA ELENA		234	100102	AMARIUS	HUANUCO
MOTOSCAR MUÑOZ E.I.R.L	VENTA DE VEHICULOS AUTOMOTORES.		AV.	ENRIQUE PIMENTEL		247	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
SHALUYA MOTOR S ERL	VENTA DE VEHICULOS AUTOMOTORES.		JR.	28 DE JULIO		373	100101	HUANUCO	HUANUCO
SELVA MOTOR S HERO E.I.R.L	VENTA DE VEHICULOS AUTOMOTORES.		AV.	ALAMEDA PERU		417	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
REAL TIS TOP SOCIEDAD ANONIMA	VENTA DE VEHICULOS AUTOMOTORES.		AV.	SAN MARTIN	S/N	-	100004	JOSE CRESPO Y CASTILLO	HUANUCO
MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.									
SERVICIOS DIESEL HUANUCO SR. LTDA	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		PL.	PASAUE ALFA		154	100101	HUANUCO	HUANUCO
REIFICACIONES LUGO EMPRESA INDIVIDUAL	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		AV.	ESTEBAN PABLETICH		800	100102	AMARIUS	HUANUCO
REPUESTOS CAJAHUANCA E.I.R.L	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		M.C.	DANIEL ALOMA ROBLES		231	100001	HUANUCO	HUANUCO
LOPEZAUTOMOTRIZ E.I.R.L	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		JR.	PIURA		1066	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
INDUSTRIAS Y SERVICIOS GRAND PRINX E.I.R.	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		JR.	ESTEBAN PABLETICH		911	100102	AMARIUS	HUANUCO
ROMANI MOTORS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESP	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		CAR.	RVA E.T.M. PASCUALPA		901	100102	AMARIUS	LEONCIO PRADO
CEGNA & H.S.R.L	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		JR.	LOS LAURELES		224	100102	AMARIUS	HUANUCO
AUTO BATSAN E.I.R.L	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		JR.	TARAPACA		530	100101	HUANUCO	HUANUCO
OMACAR E.I.R.L	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		AV.	UNIVERSITARIO		2871	100111	PILLOLO MARCA	HUANUCO
INVERSIONES GENERALES CAPER & P.S.R.L	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		CAL.	LOS PINOS	S/N	-	100111	PILLOLO MARCA	HUANUCO
GENIAS AUTOMOTRIZ EMPRESA INDIVIDUAL DE	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		PL.	LOS ROSALES		745	100101	HUANUCO	HUANUCO
WIWY MOTOR S E.I.R.L	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		AV.	28 DE JULIO		279	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
CONSORCIO KMY EMPRESA INDIVIDUAL DE RESP	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		CAL.	UNION		136	100111	PILLOLO MARCA	HUANUCO
HOMOLOGACIONES PROFESIONALES JMS SOCIEDAD	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		CAL.	SANTOS ATAHUALPA		234	100102	AMARIUS	HUANUCO
REPUESTOS SHANG E.I.R.L	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		CAL.	ANTONIO RAMONDI		879	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
FJ AUTOMOTOR EMPRESA INDIVIDUAL DE RESP	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		CAL.	CENTRAL		3098	100111	PILLOLO MARCA	HUANUCO
INVERSIONES MAQUINARIAS BELLA DURANTE	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		AV.	ALAMEDA PERU		857	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
GRUPO HUANUCO MOTOR SOCIEDAD COMERCIA	MANTENIMIENTO Y REPARAC. VEHICULOS.		JR.	SAN MARTIN		356	100101	HUANUCO	HUANUCO
VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.									
REPUESTOS YOZE E.I.R.L.TDA	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		JR.	DOS DE MAYO		261	100101	HUANUCO	HUANUCO
MEGA CORPORATION CAS PERU E.I.R.L	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		JR.	2 DE MAYO		474	100101	HUANUCO	HUANUCO
CLUB NEUMATICO S.C.R.L	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		CAR.	HCO A AMBO		215	100111	PILLOLO MARCA	HUANUCO
DIESEL PARTS E.I.R.L	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		AV.	ESTEBAN PAVLETICH		736	100102	AMARIUS	HUANUCO
SERVICIOS MULTIPLES CASA DE FRENO Y YEM	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		JR.	HERMILO VALDEZAN		263	100101	HUANUCO	HUANUCO
THREY SERVICIOS GENERALES S.A.C.	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		AV.	ENRIQUE PIMENTEL		686	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
AUTOPARTS SINAI S.C.R.L									
IPC AUTOMOTRIZ SCHL	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		JR.	AGUAYTA		432	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
INVERSIONES HUANUCO THE E.I.R.L	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		M.C.	CENTENARIO		385	100101	HUANUCO	HUANUCO
EMPRESA MULTISERVIS A&S S.A.C	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		JR.	PEDRO PUELLES		451	100101	HUANUCO	HUANUCO
LUBRILLANTAS PAJARITO SOCIEDAD ANONIMA C	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		CAR.	AUDAM ROBLES		745	100101	HUANUCO	HUANUCO
MOTORS RACING HCO S.A.C	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		CAR.	CARRERA MARGINAL	S/N	-	100004	JOSE CRESPO Y CASTILLO	LEONCIO PRADO
LA CASA DEL FURGON S.A.C	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		JR.	HERMILO VALDEZAN		194	100101	HUANUCO	HUANUCO
GLOBAL BUSINESS TRAINING S.A.C	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		AV.	ESTEBAN PABLETICH		648	100102	AMARIUS	HUANUCO
INVERSIONES Y REPUESTOS LA ABUELA E.L	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		JR.	ESTEBAN PABLETICH		316	100101	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
AUTOPARTES LUIS & MECANICA JHON E.I.R.L	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		AV.	AMAZONAS		522	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
REPRESENTACIONES ANON MOTORIERS EMPRESA IN	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		AV.	PROLONGACION POZOLLO		648	100102	COCOA DEL POZOLLO	PUERTO INCA
CORPORACION TORO VABRO EMPRESA INDIVIDUAL	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		M.C.	DANIEL ALOMA ROBLES		867	100101	HUANUCO	HUANUCO
DISTRIBUCIONES Y REPRESENTACIONES ALCA	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		---	PRI ABTAPA		584	100101	HUANUCO	HUANUCO
REPUESTOS Y LUBRICANTES M & G E.I.R.L	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		BL.	HUAYAMPOMA		584	100102	AMARIUS	HUANUCO
LUBRICANTES CARY EMPRESA INDIVIDUAL DE	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		CAR.	CENTRAL		412	100102	AMARIUS	HUANUCO
SERVICIO TECNICO TOMAS EMPRESA INDIVIDUA	VENTA PARTES, PIEZAS, ACCESORIOS.		JR.	MAURO		870	100101	HUANUCO	HUANUCO
VENTA, MANTEN. Y REPARAC. MOTOCICLETAS.									
JIREN MOTOR S E.I.R.L	VENTA, MANTEN. Y REPARAC. MOTOCICLETAS.		JR.	TINGO MARIA		234	100004	JOSE CRESPO Y CASTILLO	LEONCIO PRADO
A&A MOTORS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPON	VENTA, MANTEN. Y REPARAC. MOTOCICLETAS.		JR.	LEONCIO PRADO		181	100101	HUANUCO	HUANUCO
ROSALES MOTOR S EMPRESA INDIVIDUAL DE RE	VENTA, MANTEN. Y REPARAC. MOTOCICLETAS.		JR.	28 DE JULIO		415	100101	HUANUCO	HUANUCO
FULL ARTEFACTOS E.I.R.L	VENTA, MANTEN. Y REPARAC. MOTOCICLETAS.		AV.	RAYMONDI		393	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
WILLIAMS MOTOR S E.I.R.L	VENTA, MANTEN. Y REPARAC. MOTOCICLETAS.		AV.	ESTEBAN PAVLETICH		530	100102	AMARIUS	HUANUCO
MOTOS Y REPUESTOS TACHO E.I.R.L	VENTA, MANTEN. Y REPARAC. MOTOCICLETAS.		AV.	ANTONIO RAMONDI		644	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
INVERSIONES Y NEGOCIACIONES JUNIOR E.I.R	VENTA, MANTEN. Y REPARAC. MOTOCICLETAS.		BL.	MOLINO	S/N	-	100003	MOLINO	PACHTEA
MULTISERVICIOS MANDO S.A.C	VENTA, MANTEN. Y REPARAC. MOTOCICLETAS.		AV.	ENRIQUE PIMENTEL		708	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
RACING CLUB MOTORS E.I.R.L	VENTA, MANTEN. Y REPARAC. MOTOCICLETAS.		JR.	HUANUCO		717	100101	HUANUCO	HUANUCO
VENTA AL POR MENOR COMBUSTIBLES.									
GRIFO RIOS DAO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	VENTA AL POR MENOR COMBUSTIBLES.		AV.	RAYMONDI		792	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
SERVICENTRO MC. DUX SOCIEDAD COMERCIAL D	VENTA AL POR MENOR COMBUSTIBLES.		---	PARE DE PREDIO ANDABAMBA	S/N	-	100111	PILLOLO MARCA	HUANUCO
GASOCENTRO GRIFO SAN MIGUEL E.I.R.L	VENTA AL POR MENOR COMBUSTIBLES.		AV.	UNIVERSITARIA		3003	100111	PILLOLO MARCA	HUANUCO
DETA LOS PORTALES E.I.R.L	VENTA AL POR MENOR COMBUSTIBLES.		---	INTER REGIONAL HUANUCO-PU		1200	100102	AMARIUS	HUANUCO
MULTISERVICIOS E INVERSIONES ANDOROS E.	VENTA AL POR MENOR COMBUSTIBLES.		JR.	28 DE JULIO	S/N	-	100101	LANTA	HUANUCO
ESTACION DE SERVICIO CESAR EMPRESA INDIV	VENTA AL POR MENOR COMBUSTIBLES.		BL.	INGENIO ALTO		12	100005	HUACAR	AMBO
GASOCENTRO LAS MORAS EMPRESA INDIVIDUAL	VENTA AL POR MENOR COMBUSTIBLES.		JR.	HUALIATA		1730	100101	HUANUCO	HUANUCO
GRUPO AFLADOR EMPRESA INDIVIDUAL DE RE	VENTA AL POR MENOR COMBUSTIBLES.		CAR.	TINGO MARIA-HUANUCO		-	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
COMERCIALIZADORA FEJIE EMPRESA INDIVIDUA	VENTA AL POR MENOR COMBUSTIBLES.		CAR.	CENTRAL		-	100102	AMARIUS	HUANUCO
VTA. MAY. A CAMBIO DE UNA RETRIBUCION.									
UNICALES E.I.R.L	VTA. MAY. A CAMBIO DE UNA RETRIBUCION.		---	PICUOTACU		-	100001	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO
MULTISERVICIOS LIEZ INTERNACIONAL EMPRESA	VTA. MAY. A CAMBIO DE UNA RETRIBUCION.		RQ	TONY III	1-29	-	100102	AMARIUS	HUANUCO
INVERSIONES DEBARRIBE E.I.R.L	VTA. MAY. A CAMBIO DE UNA RETRIBUCION.		AV.	HUABAZ		625	100004	JOSE CRESPO Y CASTILLO	LEONCIO PRADO
VTA. MAY. DE MATERIAS PRIMAS AGROPEC.									
AGROVENTAS EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPON	VTA. MAY. DE MATERIAS PRIMAS AGROPEC.		---	PABELLON A		23	100101	HUANUCO	HUANUCO

SALONES DE BELLEZA

EMPRESA	ACTIVIDAD ECONOMICA	TIPO DE EMISION	TIPO VIA	NOMBRE VIA	NRO/KM/MZ	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
KAMZ SPA	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	DOS DE MAYO 956		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
CUNESA VASQUEZ LAPEL	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	CONSTITUCION 888		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
PETER INTERCOFFURE	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	TARAPACA 200	574	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
PETER INTERCOFFURE	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	ABTAO 656		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
NUOVA IMAGEN	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	JR CRESPO Y CASTILLO	1836	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
NUOVA IMAGEN	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	JR INDEPENDENCIA	875	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
NUOVA IMAGEN	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	JR 2 DE MAYO 475		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
BELLEZA SALON SPA	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR			HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
ITALA SPA	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR			HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
ESBEL ESTETICA & BELLEZA	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR			HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
MUA ESTETICA & SPA/HAIR	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR			HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
MAKE UP HUANUCO BY VANESSA HEREDIA	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	BOLIVAR 349		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
BELLEZA TOTAL SAUNA Y SPA MAMBUZA	SALONES DE BELLEZA	COVS	PSJ	PRIMAVERA 175		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
GLAMOUR & SPA	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	2 DE MAYO 1345		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
INK TATTOO SHOP	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	2 DE MAYO 1940		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
PLAZA AMARILIS HUANUCO	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	PLAZA MAYOR AMARILIS		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
WONDER KIDS	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	JUNIN 578		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
DIVOS SPA	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	AYACUCHO 335		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
BIO ESTETICA REGENERATIVA REJUVENT	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	CRESPO Y CASTILLO 651		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
DIVINO NIÑO JESUS	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	HERMILIO VALDEZAN 971, 2do PISO		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
UNIQUE PRODUCTOS DE BELLEZA- LIZ VERA	SALONES DE BELLEZA	COVS	URB	LEONCIO PRADO		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
BELLA MANIA	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	28 DE JULIO 1279		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
STYLOS ESTETICA INKEX	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	2 DE MAYO 708		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
PRETENCIOSAS SPA	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR			HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
CAPELLI SALON SPA	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	28 DE JULIO 1279		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
JJ BARBER SHOP	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	2 DE MAYO 475		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
HOSTALCHO BARBER SHOP	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	28 DE JULIO 404		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
HARVIS HOF BARBER SHOP	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	PROGRESO 550		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
HARVIS HOUSE OF FADE BARBER SHOP	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	HUALAYCO 12		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
MERCADO MODELO (62)	SALONES DE BELLEZA	COVS	JR	HUALAYCO Y AYACUCHO		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO

HOTEL Y REST.

APELLIDOS Y NOMBRES/RAZON SOCIAL	ACTIVIDAD ECONOMICA	TIPO DE EMISION	TIPO VIA	NOMBRE VIA	NRO/KM/MZ	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.								
HOSPEDAJE EL GITANO E.I.R.L.	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		JR	LEONCIO PRADO	848	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
CONTINENTAL TOURS SRL	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		JR	HUANUCO	604	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
HOTEL TOURS EL SEÑORIAL E.I.R.L.	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		JR	HUALAYCO	1523	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
FERGO TURISMO Y HOTELERIA S.R.L.	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		JR	HUALAYCO	784B	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
HOTEL GARU E.I.R.L.	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		JR	PEDRO PUELLES	465	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
HOTEL RESTAURANTE, POLLERIA EL ENCUNTR	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		----	TUPAC AMARU	595	AMARILIS	HUANUCO	HUANUCO
HOSTAL LAS BRISAS EMPRESA INDIVIDUAL DE	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		JR	2 DE MAYO	158	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
INVERSIONES RUIZ EMPRESA CONSTRUCTORA, S	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		JR	SAN MARTIN	795	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
HOTEL VENEZIA S.R.L.	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		PJ.	LUIS BENJAMIN	429	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
INKA COMFORT HOTELS DEL PERU S.A.C.	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		JR	DAMASO BERAUN	775	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
SERVICIOS TURISTICOS Y HOTELERA LA ESPER	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		CAL.	DOS	3	AMARILIS	HUANUCO	HUANUCO
HOTEL LAS VIRIAS E.I.R.L.	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		PJ.	MARIA AJUJILANDORA	108	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
NIK GROUP TV E.I.R.L.	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		AV.	ALAMEDA REPUBLICA	311	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
DBN VALDIVIA INVERSIONES S.R.L.	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		JR	SAN MARTIN	845	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
HOSTAL MARKOS E.I.R.L.	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		AV.	TITO JAIME	263	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO	HUANUCO
HOSTAL YARISA E.I.R.L.	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		AV.	ALAMEDA PERU	354	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO	HUANUCO
HOSPEDAJE PARASO HUANUQUEÑO EMPRESA IND	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		JR	HUANUCO	261	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
HOTEL NUEVA YORK E.I.R.L.	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		AV.	ALAMEDA PERU	553	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO	HUANUCO
HOSPEDAJE OLIMPO EMPRESA INDIVIDUAL DE R	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		JR	28 DE JULIO	281	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
HOSTAL LEON DEL GRUPO LEON JAHEU E.I.R.	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		JR	MONZON	311	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO	HUANUCO
HOTEL PLAZA DEL BOSQUE INN SAC	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		AV.	RAYMONDI	272	RUPA-RUPA	LEONCIO PRADO	HUANUCO
LA COSTA HOTEL EMPRESA INDIVIDUAL DE RES	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		JR	ABTAO	946	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
CORPORACION HUANUQUITA E.I.R.L.	HOTEL, CAMPAMENTOS Y OTROS.		JR	GRAU	105	JOSE CRESPO Y CASTILLO	LEONCIO PRADO	HUANUCO
RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.								
DELICIAS DEL MAR J & M E.I.R.L.	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	GENERAL PRADO	512	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
CENTRO TURISTICO EL BAMBU EMPRESA INDVI	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		AV.	UNIVERSITARIA	2619	PILCO MARCA	HUANUCO	HUANUCO
MULTISERVICIOS SUPAT E.I.R.L.	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	SAN MARTIN	1136	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
CHIFA RESTAURANT POLLERIA JAN - KAO E.I.	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		CAR.	CENTRAL	S/N	AMARILIS	HUANUCO	HUANUCO
GRUPO MISTKA S.A.C.	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	LA ESTANCIA	SN	AMARILIS	HUANUCO	HUANUCO
ASOCIACION DE HOTELEROS RESTAURANTES Y AFI	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	28 DE JULIO	879	AMARILIS	HUANUCO	HUANUCO
COUNTRY CLUB LA ESTANCIA SOCIEDAD COMERC	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		CAL.	COSHO	S N	AMARILIS	HUANUCO	HUANUCO
RESTAURANTE HUANUCO S.A.C.	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		----	PROL ALAMEDA DE LA REPUBL	SN	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
RESTAURANT SOL DE MAYO SCRL	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		CAR.	CENTRAL		AMARILIS	HUANUCO	HUANUCO
KETTY MAZZA E.I.R.L.	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	28 DE JULIO	879	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
SUPER POLLO SOCIEDAD COMERCIAL DE RESP	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	AYACUCHO	347	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
MARHANA RESTOBAR EMPRESA INDIVIDUAL DE R	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	2 DE MAYO	1056	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
POLLOS Y PARRILLADAS CARLOS EMPRESA IND	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	28 DE JULIO	861	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
YENY RODRIGUEZ ALVA E.I.R.L.	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		AV.	UNIVERSITARIA	1913	PILCO MARCA	HUANUCO	HUANUCO
CHIFA JAA MAY EMPRESA INDIVIDUAL DE RESP	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	2 DE MAYO	851	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
CENTRO DE RECREACION PORTADA DE SOL E.I.	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	PORTADAS DEL SOL		AMARILIS	HUANUCO	HUANUCO
EL DIVO KARAOKE E.I.R.L.	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		AV.	ALAMEDA DE LA REPUBLICA	353	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
TELLO HOLDING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	GENERAL PRADO	850	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
SABOR Y SAZON DE MI TIERRA SOCIEDAD COME	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	28 DE JULIO	1104	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
VAMPIRO S E.I.R.L.	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	HUALAYCO	474	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
DE PURO ASADO E.I.R.L.	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	2 DE MAYO	1475	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
INVERSIONES SAND BART EIRL	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	DAMASO BERAUN	608	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
POLLOS LA BRAZA HECCA GRILL EMPRESA IN	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	LEONCIO PRADO	114	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
LA CHARAPITA S.R.L.	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	2 DE MAYO	1056	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
COMPLEJO TURISTICO EL SABROSO TRADITO E	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	MAYRO	495	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
EMPRESA DE SERVICIOS EL PEROL EIRL	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	ABTAO	895	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
INVERSIONES TOTO S PIZZA S.A.C	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	HUANUCO	766	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
CENTRO GASTRONOMICO EL SABROCCITO S.A.C	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	HUALAYCO	1393	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
CAFALLA'S CATERING Y MENU DELIVERY SOCI	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	HUANUCO	616	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
EL KURLUJ EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSA	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	PROGRESO	351	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
RESTOBAR CECIVHERIA DON SABINO E.I.R.L.	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		PJ.	CENTENARIO		HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
LA TRADICION DEL SABOR SOCIEDAD COMERCIA	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	2 DE MAYO	1839	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
COSTUMBRES A.S. EMPRESA INDIVIDUAL DE RE	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		AV.	UNIVERSITARIA	540	PILCO MARCA	HUANUCO	HUANUCO
MEYAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - MEYAL	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	JORGE CHAVEZ	306	AMARILIS	HUANUCO	HUANUCO
POLLERIA CHIFA MANA EMPRESA INDIVIDUAL D	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		AV.	UNIVERSITARIA	2545	PILCO MARCA	HUANUCO	HUANUCO
INVERSIONES KPJA SOCIEDAD COMERCIAL DE R	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	TUPAC YUPANQUI	115	AMARILIS	HUANUCO	HUANUCO
FUN LIFE EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSA B	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	AYANCOCHA	797	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
DON FELIPE CHICKEN HOUSE EMPRESA INDIVID	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		----	PROL ALAMEDA DE LA REPUBL	298	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
CAJISA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSA BI	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	ALFONSO USARTE	741	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
RESTAURANT PARRILLADAS MEN WA E.I.R.L.	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	28 DE JULIO	894	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
INVERSIONES EL RUCDO EMPRESA INDIVIDUAL	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	HUALAYCO	1607	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
JOKA GOOD EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSA	RESTAURANTES, BARES Y CANTINAS.		JR.	AYANCOCHA	482	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO
CAFETERIAS								
ARABICCA COFFE CAFETERIA				28 DE JULIO	920		HUANUCO	HUANUCO
RARAZ CAFE				28 DE JULIO	818		HUANUCO	HUANUCO
CAFE SAN IGNACIO				BOLIVAR	308		HUANUCO	HUANUCO
CASA POKHUMAN				SAN MARTIN	148		HUANUCO	HUANUCO
VALE VALE				GENERAL PRADO	880		HUANUCO	HUANUCO
HUJAPRI				DOS DE MAYO			HUANUCO	HUANUCO
PILCO MOZO				DAMASO BERAUN	634		HUANUCO	HUANUCO
FACUCHO SANGUCHERIA				GENERAL PRADO	615		HUANUCO	HUANUCO
NAM FAST FOOD				JORGE CHAVEZ	214	AMARILIS	HUANUCO	HUANUCO
DULCY MAYUS				ABTAO	1089		HUANUCO	HUANUCO
BROWN CAFE SHOP				DOS DE MAYO	437		HUANUCO	HUANUCO
LA CAFETA WAYU				LIBERTAD	629		HUANUCO	HUANUCO
CHOCANO POSTRES				DAMASO BERAUN	530		HUANUCO	HUANUCO
CAFE STUDIO				CONSTITUCION	446		HUANUCO	HUANUCO
OPHARD				DOS DE MAYO	1320		HUANUCO	HUANUCO
MARTHA CASAS DE RIVERA				PROGRESO	340 int 3		HUANUCO	HUANUCO
COFFE LA TIA TULA				AV COLECTORA		AMARILIS	HUANUCO	HUANUCO
CAFE DE LOKOS				AV UNIVERSITARIA		PILCOMARCA	HUANUCO	HUANUCO
MAMA FRUTA				GENERAL PRADO	850		HUANUCO	HUANUCO
LA BUTIFARRERIA				PEDRO PUELLES	655		HUANUCO	HUANUCO

Grifos**HUÁNUCO**

ZETA GAS ANDINO S.A.

CARRETERA HUÁNUCO - AEROPUERTO KM 4.5 CENTRO POBLADO DE COLPA BAJA
SECTOR II (Distancia: 0,00 Km)

ESTACION DE SERVICIOS SEÑOR DE BURGOS E.I.R.L.

JR. ALFONSO UGARTE N° 813 (Distancia: 0,00 Km)

GASOCENTRO LAS MORAS E.I.R.L.

JR HUALLAYCO N° 1772 (Distancia: 0,00 Km)

GRIFO RAULITO S.R.L.

JR. INDEPENDENCIA N° 219 (Distancia: 0,00 Km)

GRIFO RAULITO S.R.L.

JR. VIÑA DEL RIO 061 (Distancia: 0,00 Km)

FRANKLIN ADOLFO DURAND SANCHEZ

JR. 2 DE MAYO N° 293 - 297 (Distancia: 0,00 Km)

MEDARDO NOLBERTO ARIAS CALLUPE

JR. HUALLAYCO N° 2200 (Distancia: 0,00 Km)

FULGAS PLANTA ENVASADORA DE GLP S.A.

JR. 28 DE JULIO N° 340 (Distancia: 0,00 Km)

ANTONIETA LUZ ESPINOZA DE PALACIOS

AV. 28 DE JULIO N° 306-308 (Distancia: 0,00 Km)

ESTACION DE SERVICIO Y GASOCENTRO LA PERRICHOLI S.R.L.

JR. HUALLAYCO N° 1772 (Distancia: 0,00 Km)

ESTACION DE SERVICIO Y GASOCENTRO LA PERRICHOLI S.R.L.

JR. HUALLAYCO N° 1772 (Distancia: 0.00 Km)

FRANKLIN ADOLFO DURAND SANCHEZ

JR. 2 DE MAYO N° 293 - 297 (Distancia: 0.00 Km)

GRIFO IVONNE & DAYANA S.A.C.

JR. MAYRO N° 317 (Distancia: 0.00 Km)

GRIFO RAULITO S.R.L.

JR. VIÑA DEL RIO 061 (Distancia: 0.00 Km)

GRIFO RAULITO S.R.L.

JR. INDEPENDENCIA N° 219 (Distancia: 0.00 Km)

SERVICIOS MAC E.I.R.L

CARRETERA HUANUCO - LA UNION N° 353-369-383 (Distancia: 0.00 Km)

ANTONIETA LUZ ESPINOZA DE PALACIOS

AV. 28 DE JULIO N° 306-308 (Distancia: 0.00 Km)

MEDARDO NOLBERTO ARIAS CALLUPE

JR. HUALLAYCO N° 2200 (Distancia: 0.00 Km)

AMARILIS

SERVICENTRO AVILA E.I.R.L.

CARRETERA CENTRAL HUANUCO - TINGO MARIA KM 0.5 CENTRO POBLADO DE LLICUA
(Distancia: 0,00 Km)

GRIFOS DURAND S.A.C.

CARRETERA HUANUCO-TINGOMARIA KM 3.5 (Distancia: 0,00 Km)

DELTA LOS PORTALES EIRL

AV. INTER REGIONAL HUANUCO - PUCALLPA N° 1200 (Distancia: 0,00 Km)

RICHARD PEDRO MALPARTIDA DOMINGUEZ

CARRETERA HUANUCO TINGO MARIA KM 3.5 (Distancia: 0,00 Km)

SERVICENTRO SAN LUIS S.R.L.

AV. ESTEBAN PAVLETICH N° 632, SECTOR 3 - SAN LUIS (Distancia: 0,00 Km)

SERVICENTRO AMARILIS S.R.L.

AV. ESTEBAN PAVLETICH N° 616 (Distancia: 0,00 Km)

GRIFO RACING E.I.R.L.

CARRETERA CENTRAL HUANUCO - TINGO MARIA KM 2.5 (Distancia: 0,00 Km)

GLP - G

ESTACION GAS EL OLAM E.I.R.L

CARRETERA HUANUCO - TINGO MARIA KM. 1 (ANTES KM 0.5) (Distancia: 0,00 Km)

AQUILES RUFO VERDE SALGADO

CARRETERA CENTRAL HUANUCO - TINGO MARIA KM. 0+500, LLICUA BAJA (Distancia: 0,00 Km)

ESTACION DE SERVICIOS PASTOR S.R.LTDA.

CARRETERA HUANUCO-TINGO MARIA KM. 1.5 URB. LOS PORTALES DE MITOPAMPA (Distancia: 0,00 Km)

HIDROCARBUROS PERUANOS DE CALIDAD S.R.L.

CARRETERA CENTRAL KM. 5 HUANUCO - TINGO MARIA (Distancia: 0.00 Km)

ESTACION DE SERVICIOS PASTOR S.R.LTDA.

CARRETERA HUANUCO-TINGO MARIA KM. 1.5 URB. LOS PORTALES DE MITOPAMPA (Distancia: 0.00 Km)

DELTA LOS PORTALES EIRL

AV. INTER REGIONAL HUANUCO - PUCALLPA N° 1200 (Distancia: 0.00 Km)

RICHARD PEDRO MALPARTIDA DOMINGUEZ

CARRETERA HUANUCO TINGO MARIA KM 3.5 (Distancia: 0.00 Km)

PILLCO MARCA

ROXANA ZEVALLOS AVILA

PARCELA 58 DEL PREDIO ANDABAMBA (Distancia: 0,00 Km)

ESTACION DE SERVICIOS TWALSS E.I.R.L.

PARCELA 107-1 ALTURA KM 400+190 VIA REGIONAL LIMA - PUCALLPA ZONA DE ANDABAMBA (Distancia: 0,00 Km)

MEZA TRUJILLO JOSE LUIS

VIA REGIONAL HUANUCO – LIMA, KM. 9 + 300 – PARCELA N° 78, C.P.M. ANDABAMBA. (Distancia: 0,00 Km)

SERVICENTRO MC DUCK SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

PARCELA 66 DEL PREDIO ANDABAMBA DEL CENTRO POBLADO CORAZON DE JESUS (Distancia: 0,00 Km)

COMERCIALIZADORA DE COMBUSTIBLE DELTA E.I.R.L.

AV. UNIVERSITARIA N 1510 - CAYHUAYNA (Distancia: 0,00 Km)

ELIAS PAUL TICSE SANCHO

CARRETERA CENTRAL HUANUCO-LIMA, KM 13 PARCELA N° 93, PREDIO VICHAYCOTO (Distancia: 0,00 Km)

GASOCENTRO Y GRIFO SAN MIGUEL E.I.R.L.

AV. UNIVERSITARIA N° 3003 CAYHUAYNA BAJA (Distancia: 0.00 Km)

Panel fotográfico



Crédito fotográfico: Juan M. Pardo Cloud



NOTA BIOGRÁFICA**Ing. Mg. BORIS MIRKO CHAVEZ CABELLOS**

Profesional con estudios de ingeniería Agroindustrial e ingeniería civil, grado de maestro y estudios culminados de doctorado en medio ambiente y desarrollo sostenible. Nacido en la ciudad de Huánuco, donde realizó sus estudios escolares y universitarios, es actualmente docente universitario asociado en la Universidad nacional intercultural de la Amazonía, en la facultad de ingenierías y ciencias ambientales, así como en la Universidad Alas Peruanas en la facultad de ingenierías y arquitectura, perteneciente a la universidad Erasmus de Rotterdam como alumni, tiene entre sus diversas actividades la producción científica orientada al desarrollo de la amazonia peruana y cuidado del ambiente



ACTA DE DEFENSA DE TESIS DE DOCTOR

En el Auditorio de la Escuela de Posgrado; siendo las 13:00 h, del día lunes **05 DE NOVIEMBRE DE 2018**; el aspirante al **Grado de Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Boris Mirko CHÁVEZ CABELLOS**, procedió al acto de Defensa de su Tesis titulado: **"FUENTES EMISORAS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO 2016"**, ante los miembros del Jurado de Tesis señores:

Dr. Abner FONSECA LIVIAS	Presidente
Dra. Ana María MATOS RAMÍREZ	Secretaria
Dr. Ítalo ALEJOS PATIÑO	Vocal
Dr. Santos JACOBO SALINAS	Vocal
Dr. Christian ESCOBEDO BAILON	Vocal

Asesor de Tesis, Dr. Lorenzo PASQUEL LOARTE (Resolución N° 01024-2014-UNHEVAL/EPG-D)

Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación del aspirante a Doctor, teniendo presente los criterios siguientes:

- a) Presentación personal.
- b) Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y solución a un problema social y Recomendaciones.
- c) Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente.
- d) Dicción y dominio de escenario.

Así mismo, el Jurado planteó a la tesis **las observaciones** siguientes:

.....
.....
.....
.....

Obteniendo en consecuencia el Doctorando la Nota de bueno (16)
Equivalente a Bueno, por lo que se declara Aprobado
(Aprobado ó desaprobado)

Los miembros del Jurado, firman la presente **ACTA** en señal de conformidad, en Huánuco, siendo las 14:30 horas del 05 de noviembre de 2018.

.....
PRESIDENTE
 DNI N° 22412406

.....
SECRETARIA
 DNI N° 07559836

.....
VOCAL
 DNI N° 19924622

.....
VOCAL
 DNI N° 22462099

.....
VOCAL
 DNI N° 22527375

Leyenda:
19 a 20: Excelente
17 a 18: Muy Bueno
14 a 16: Bueno

(Resolución N° 02614-2018-UNHEVAL/EPG-D)

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE POSGRADO

1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos del autor de la tesis)

Apellidos y Nombres: CHAVEZ CABELLOS BORIS MIRKO
 DNI: 80632074 Correo electrónico: moshelo2@hotmail.com
 Teléfonos Casa _____ Celular _____ Oficina _____

2. IDENTIFICACION DE LA TESIS

Posgrado	
Doctorado:	<u>MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE</u>

Grado Académico obtenido:

DOCTOR

Título de la tesis:

INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN LA CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE HUANUCO 2015

Tipo de acceso que autoriza el autor:

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción de Acceso
<input checked="" type="checkbox"/>	PÚBLICO	Es público y accesible el documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
<input type="checkbox"/>	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, mas no al texto completo.

Al elegir la opción "Público" a través de la presente autorizo de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que dicha autorización cualquiera tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso: _____

Asimismo, pedimos indicar el periodo de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

() 1 año () 2 años () 3 años () 4 años

Luego del periodo señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasara a ser de acceso público.

Fecha de firma: 28/12/18



Firma del autor