

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN DE
DIOXIDO DE CARBONO POR PARQUE AUTOMOTOR EN LA
CIUDAD DE PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

RUBEN FLORES YUCRA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN DE DIOXIDO DE
CARBONO POR PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

RUBEN FLORES YUCRA



PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE:

M.Sc. OSCAR RAUL MAMANI LUQUE

PRIMER MIEMBRO:

D.Sc. GERMAN BELIZARIO QUISPE

SEGUNDO MIEMBRO:

Mg. ROBERTO ALFARO ALEJO

DIRECTOR:

Ing. PERCY ARTURO GINEZ CHOQUE

Área : Ingeniería y Tecnología

Tema : Gestión de riesgos y Vulnerabilidad ambiental

Línea : Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

FECHA DE SUSTENTACIÓN 22 DE DICIEMBRE DEL 2017

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso

Por darme la fuerza e iluminar mi sendero, por estar en cada momento de mi vida, por cada regalo de gracia que me das, que inmerecidamente he recibido como el de tener unos padres tan maravillosos que tú los has puesto para mi, sin ti no hubiera podido salir adelante en los momentos difíciles y de prueba.

A mis padres

Isidro y Juana quienes me dieron la vida y han sido el motor que me ha empujado a continuar todos estos años, por su infinito amor, cariño, comprensión y apoyo incondicional, los amo.

A mi esposa e hija

Lisbeth y mi hija Yharith por aconsejarme y darme fuerza a seguir adelante, por estar conmigo en las buenas y malas apoyándome siempre, gracias en verdad ya que ustedes han sido parte muy importante en mi vida.

A mi madre política Francisca, mi tío Gustavo Adolfo y a mis hermanos Héctor, Lourdes, Guillermo, Oscar, Maritza y Noemí gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

AGRADECIMIENTO

- ✍ A la Universidad Nacional del Altiplano mi alma mater de siempre, muy en especial a la carrera profesional de Ingeniería Agrícola, por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios superiores.
- ✍ Al M.Sc. German Quille Calizaya docente de la facultad de Ingeniería Química, a quien expreso mi más sincero y afectuoso agradecimiento inestimable y permanente apoyo, quien hizo posible la realización de esta investigación.
- ✍ Al D.Sc. German Belizario Quispe, a quien expreso mi más sincero y afectuoso agradecimiento por el apoyo a lograr la realización de esta investigación.
- ✍ Al M.Sc. Oscar R. Mamani Luque, a quien expreso mi más sincero y afectuoso agradecimiento inestimable y permanente apoyo, quien hizo posible la realización de esta investigación.
- ✍ Al Mg. Roberto Alfaro Alejo, a quien expreso mi más sincero y afectuoso agradecimiento inestimable y permanente apoyo, quien hizo posible la realización de esta investigación.
- ✍ A los miembros del Jurado de la Facultad de Ingeniería Agrícola, por sus valiosas enseñanzas y correcciones que se han constituido en el pilar fundamental del presente trabajo de investigación.
- ✍ A los docentes de la facultad de Ingeniería Agrícola, por sus valiosas enseñanzas que se constituyen como el pilar fundamental de mi formación profesional.
- ✍ A mi tío Gustavo Adolfo Flores Machaca que en paz descansa por su voluntad, motivación y su gran apoyo constante que siempre me brindo para poder alcanzar mis sueños.
- ✍ Hago extensivo mi gratitud, a mi esposa e hija y a toda mi familia, a mis tíos, amigos y compañeros de estudios, que de una u otra manera han motivado y contribuido en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO I

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, JUSTIFICACION, ANTECEDENTES,
OBJETIVOS, HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION**

1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación.....	4
1.3. Antecedentes.....	5
1.4. Objetivos.....	10
1.5. Hipotesis.....	10

CAPITULO II**MARCO TEORICO CONCEPTUAL**

2.1. Marco teorico.....	11
2.1.1.El aire.....	12
2.1.2. Composición del aire.....	12
2.1.3. Automóvil.....	14
2.1.3.1. Motor de combustión interna.....	15
2.1.4. Contaminación del aire:.....	15
2.1.5. Contaminación producida por el tráfico.....	17
2.1.5.1. Emisiones vehiculares.....	18

2.1.5.2. Contamos con estándares de calidad de aire	19
2.1.6. Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos	19
2.1.7. Gases (CO ₂ , CO, HC y O ₂) emitidos por vehículos automotores a gasolina.....	20
2.1.7.1. Monóxido de carbono (CO)	21
2.1.7.2. Dióxido de carbono (CO ₂).....	22
2.1.7.3. Hidrocarburos (HC)	23
2.1.7.4. Oxígeno (O ₂).....	24
2.1.8. Monitoreo de la calidad del aire.....	25
2.1.9. Efectos en la salud humana	26
2.1.9.1. Toxicología y Síntomas de Exposición.....	27
2.1.9.2. Consecuencias de la contaminación por el parque automotor	27
2.2. Marco conceptual	30

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Caracterización del área de investigación	35
3.1.1. Ubicación geográfica del área de estudio.....	35
3.1.2. Extensión.....	36
3.2. Geografía.....	36
3.3. Parque automotor de la ciudad de Puno	38
3.3.1. Zonas críticas en la circulación del parque automotor	40
3.3.2. Paraderos de rutas de transporte público.....	41
3.4. Determinación del tamaño de la muestra	41
3.4.1. Población y Muestra.....	41
3.5. Operacionalización de variables.....	44
3.6. Método de investigación	45
3.6.1. Tipo de estudio.....	45
3.6.2. Definición del diseño de la investigación	45

3.6.3. Muestreo de emisión de contaminantes del aire por los vehículos automotores.....	46
3.6.4. Área de estudio.....	47
3.6.5. Método estadístico	49
3.7. Análisis de contaminantes del aire por emisión de gases.....	49
3.7.1. Manual de operación del equipo analizador industrial de emisiones de gases de combustión E- 5500	50
3.7.2. Funcionamiento básico del equipo.....	51
3.8. Materiales e instrumentos.....	53

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluando el nivel de contaminación de dióxido de carbono por parque automotor de la ciudad de Puno.....	54
4.1.1. Monitoreo de la contaminación de dióxido de carbono	54
4.1.2. Volumen de emisiones por parque automotor en la ciudad de Puno	58
4.1.3. Volumen de dióxido de carbono (CO ₂).....	60
4.1.4. Volumen de monóxido de carbono (CO).....	61
4.1.5. Volumen de monóxido de carbono más dióxido de carbono (CO+CO ₂).....	63
4.2. Determinando la relación de emisión de gases CO ₂ con respecto al O ₂ , CO con respecto al O ₂ , CO ₂ con respecto al CO. por los vehículos automotores que circulan en la ciudad de Puno.	66
4.2.1. Método estadístico de análisis de varianza (ANDEVA).....	66
4.3. Realización de actualizaciones de datos y mapas de monitoreo de emisión de gases (CO ₂ y CO).....	70
4.3.1. Plan de monitoreo de emisión de gases.....	70

CAPITULO V

CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones	73
-------------------------	----

CAPITULO VI**RECOMENDACIONES**

6.1. Recomendaciones.....	74
---------------------------	----

CAPITULO VII**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

7.1. Referencias bibliográficas.....	75
--------------------------------------	----

ANEXOS.....	82
-------------	----

Materiales e instrumentos.....	82
--------------------------------	----

Panel de fotografías.....	83
---------------------------	----

Puntos de monitoreo de emisión de gases.....	86
--	----

Utilizacion del software infostat.....	87
--	----

Características del equipo analizador industrial de emisiones y gases de combustion E-5500.....	89
---	----

Calibración del equipo analizador industrial de emisiones y gases de combustion E-5500.....	92
---	----

Convertor de unidades de co de ppm a co en % de volumen.....	92
--	----

Cartilla de georeferenciacion del proyecto de investigacion.....	93
--	----

Mapas de niveles de dióxido de carbono.....	94
---	----

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01. Estimación de las emisiones de gases por el parque automotor en la ciudad de Huacho.....	8
Cuadro N° 02. Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental.....	8
Cuadro N° 03. Composición del aire atmosférico seco.....	13
Cuadro N° 04. Tipos de contaminantes, clasificación y fuente del medio ambiente.	14
Cuadro N° 05. Vehículos mayores a gasolina, gas licuado de petróleo y gas natural.....	20
Cuadro N° 06. Vehículos mayores a gasolina, gas licuado de petróleo y gas natural.....	20
Cuadro N° 07. Contenido máximo en volumen de los gases que emiten los vehículos motorizados.....	21
Cuadro N° 08. Análisis de varianza.....	29
Cuadro N° 09. Población de la ciudad de Puno, periodo 2000 al 2015.....	37
Cuadro N° 10. Parque vehicular estimado, según departamento: 2007-2016.....	39
Cuadro N° 11. Parque automotor nacional estimado por clase de vehículo.....	39
Cuadro N° 12. Cantidad de vehículos que circulan en la ciudad de Puno.....	40
Cuadro N° 13. Valores de Z más utilizados, según el valor de α ó σ	42
Cuadro N° 14. La puntuación z es la cantidad de desviaciones estándar.....	43
Cuadro N° 15. Especificaciones de los materiales y equipos utilizados.....	53
Cuadro N° 16. Volumen de la emisión de dióxido de carbono (CO ₂) en %.....	60
Cuadro N° 17. Volumen de emisión de monóxido de carbono (CO) en %.....	61
Cuadro N° 18. Volumen de emisión de monóxido de carbono más dióxido de carbono....	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01. Datos tomados del monitoreo 1 del nivel de contaminación de CO ₂	54
Gráfico N° 02. Datos tomados del monitoreo 2 del nivel de contaminación de CO ₂	55
Gráfico N° 03. Datos tomados del monitoreo 3 del nivel de contaminación de CO ₂	56
Gráfico N° 04. Datos tomados del monitoreo 4 del nivel de contaminación de CO ₂	57
Gráfico N° 05. Datos tomados del monitoreo general del nivel de contaminación CO ₂	58
Gráfico N° 06. Emisión del gas de dióxido de carbono (CO ₂)	60
Gráfico N° 07. Emisión del gas de monóxido de carbono (CO)	62
Gráfico N° 08. Emisión de gases monóxido de carbono más dióxido de carbono	64
Grafico N° 09. Puntos que sobrepasan (% de CO ₂).....	67
Grafico N° 10. Puntos que sobrepasan (% de CO)	68
Grafico N° 11. Puntos que sobrepasan (% de CO+ CO ₂).....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01. Emisiones Vehiculares (tubo de escape y evaporativas)	19
Figura. N° 02. Proceso de mejora continua de la calidad del aire	26
Figura N° 03. Ubicación de puntos de monitoreo en la ciudad de Puno, 2017.	35
Figura N° 04. Ubicación de la provincia de Puno	36
Figura N° 05. Mapa de la ciudad de Puno	38
Figura: N° 06. Emisiones de gases de combustión E- 5500	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01. Ubicación y Georeferenciación de los puntos de monitoreo.....	47
Tabla N° 02. Características de los puntos de muestreo de la contaminación.....	48
Tabla N° 03. Monitoreo de los puntos de muestreo de la contaminación de CO ₂	59
Tabla N° 04. Promedio de la contaminación del CO ₂ de los puntos de monitoreo	65

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CO	Monóxido de Carbono.
CO₂	Dióxido de Carbono.
DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental.
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática.
LMPs	Límites Máximos Permisibles.
NO	Monóxido de Nitrógeno.
Ppm	Partes (de contaminantes) por millón (base de volumen seco).
PM	Macropartículas.
%	Por ciento en volumen, base seca.
OMS	Organización mundial de la salud
DS	Decreto supremo
MTC	Ministerio de transporte y comunicaciones
MINAN	Ministerio del Ambiente
OMS	Organización mundial de la salud
NO_x	Óxidos de nitrógeno
SO₂	Dióxido de azufre
SO_x	Óxido de azufre
HC	Hidrocarburos
O₂	Oxígeno

RESUMEN

En el trabajo de investigación la emisión de gases en la ciudad de Puno se caracteriza por ser de tamaño en % de volumen con un gran número de vehículos que circulan en la ciudad desde el año 1998 en adelante cuya principal fuente es el uso de una gran variedad de combustibles como la gasolina, petróleo y una amplia variedad de combustibles de procedencia boliviana pero altamente contaminantes que derivan en las emisiones de gases. El objetivo de esta investigación fue determinar el nivel (% vol.) de contaminación de gases emitidos (CO_2 , CO), las emisiones de combustión del parque automotor a través del equipo analizador de gases E-5500 cuyos resultados estimados del nivel de dióxido de carbono (CO_2) en % de volumen fueron de 1.10 % a 18.70% en los 16 puntos de monitoreo con un promedio de los 16 puntos de 11.99 %, el monóxido de carbono (CO) van de 100 ppm (0.01 %) a 1088 ppm (0.1088%) con un promedio de los 16 puntos de monitoreo de 470.05 ppm (0.047%) y el promedio del dióxido de carbono con el monóxido de carbono ($\text{CO}_2 + \text{CO}$) es de 12.03%. Las emisiones de gases de la ciudad de Puno mostraron un comportamiento por debajo de los límites máximos permisibles (LMP) en el Perú y en comparación con otros países como Colombia, México, etc. El trabajo corresponde al tipo de investigación descriptiva correlativa que las variables de investigación son de observación, medición, descripción, análisis de resultados y la relación que existe entre las variables independiente y dependiente. La incorporación de esta información servirá para la realización de mapas de datos de monitoreo de emisión de gases determinados donde puede contribuir a identificar que este giro de emisiones vehiculares provocando contaminación, además de promover la regulación del sector y así como el uso de fuentes de energía menos contaminantes y la implementación de nuevas tecnologías para asegurar una combustión más eficiente que apoye a la mitigación de los impactos ambientales procedentes de estas emisiones de gases por el parque automotor.

Palabras Clave: contaminación, emisión, gases de combustión, monitoreo, parque automotor.

ABSTRACT

In the research work, the emission of gases in the city of Puno is characterized by its size in volume % with a large number of vehicles circulating in the city from 1998 onwards whose main source is the use of a large variety of fuels such as gasoline, oil and a wide variety of fuels of Bolivian origin but highly polluting that result in gas emissions. The objective of this investigation was to determine the level (% vol.) Of pollution of emitted gases (CO₂, CO), the combustion emissions of the vehicle fleet through the E-5500 gas analyzer equipment whose estimated results of the dioxide level of carbon (CO₂) in% volume were from 1.10% to 18.70% in the 16 monitoring points with an average of 16 points of 11.99%, carbon monoxide (CO) ranging from 100 ppm (0.01%) to 1088 ppm (0.1088%) with an average of 16 monitoring points of 470.05 ppm (0.047%) and the average carbon dioxide with carbon monoxide (CO₂ + CO) is 12.03%. Gas emissions from the city of Puno showed a behavior below the maximum permissible limits (LMP) in Peru and compared to other countries such as Colombia, Mexico, etc. The work corresponds to the type of correlative descriptive research that the research variables are of observation, measurement, description, analysis of results and the relationship that exists between the independent and dependent variables. The incorporation of this information will be useful for the realization of maps of gas emission monitoring data determined where it can help to identify that this turn of vehicle emissions causing pollution, in addition to promoting the regulation of the sector and as well as the use of energy sources less polluting and the implementation of new technologies to ensure a more efficient combustion that supports the mitigation of environmental impacts from these gas emissions by the vehicle fleet.

Keywords: pollution, emission, combustion gases, monitoring, automotive Park.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la emisión de gases del parque automotor genera la contaminación del aire que viene siendo uno de los problemas ambientales más severos; la contaminación del aire la cual es una amenaza aguda, acumulativa y crónica para el medioambiente y la salud humana. En el transcurso de mi formación universitaria es preciso realizar estudios de evaluaciones de impacto ambiental del aire por diversas causas, en este caso tomaremos el aire de Puno por la emisión de gases de los vehículos motorizados, entonces es importante la calidad del aire para el ser humano y los seres vivientes, por lo que el presente trabajo de investigación denominado “determinación del nivel de contaminación de dióxido de carbono por parque automotor en la ciudad de Puno”. Que consiste en un estudio de identificación, análisis, interpretación, descripción, comparación y explicación de los resultados coherentes a la realidad actual, el mayor contribuyente de la contaminación es el parque automotor.

En ésta investigación se evaluarán 16 puntos de monitoreo donde los niveles (% volumen) de gases emitidos por los vehículos son contaminantes en el medio ambiente tomando distintas puntos en las áreas a monitorear se determina la cantidad de emisiones de gases provocados por el parque automotor en la ciudad de Puno como partículas de CO₂, CO y otras emisiones presentes y se verá el impacto de éstos en aire de la ciudad de Puno.

Una preocupación es que desde hace varios años, el aumento de las emisiones de los gases del efecto invernadero ha ocasionado preocupación en la sociedad, quizás por las variaciones climáticas que se han venido experimentando, según diferentes estudios que se citan en cada capítulo, uno de los principales tipos es la contaminación del aire. La exposición a éste tipo de emisiones de gases puede estar influido por la magnitud, alcance y duración de la misma, además del daño que ocasionaría a los seres vivos y a cualquier elemento del medio ambiente de una ciudad. Hoy en día distintos factores como el incremento de la población, el crecimiento económico, el desarrollo del país, y la reducción de las áreas verdes son una muestra de la forma en que afectamos el medio ambiente.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, JUSTIFICACION, ANTECEDENTES, OBJETIVOS, HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los mayores países emisores de dióxido de carbono, principal gas contaminante causante del cambio climático: De acuerdo con datos del Banco Mundial, de las 36 mil 200 millones de toneladas de CO₂, China produce en torno a 10 mil 250 millones de toneladas con un 28.21 %, sobre las 5 mil 200 millones de toneladas de Estados Unidos con un 15.99 %, la tercera posición entre los países más contaminantes la tiene India con 6.24 % de las emisiones totales de dióxido de carbono, debido principalmente a la quema de biomasa y combustibles fósiles. Rusia es responsable del 4.53 %, al ser un país dependiente del carbón, petróleo, gas y otros fósiles, además de deforestación. La quinta posición la ocupa Japón, con el 3.67 % de las emisiones globales, por su gran consumo de energías fósiles y la rápida industrialización del país (Naciones Unidas, 2015).

El Protocolo de Kioto es un protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global. Los gases son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), y los otros tres son tipos de gases industriales fluorados. En el protocolo se acordó una reducción de al menos un 5 %, de las emisiones de estos gases en 2008-2012 en comparación con las emisiones de 1990. Esto no significa que cada país se comprometía a reducir sus emisiones de gases regulados en un 5 % como mínimo, este es un porcentaje correspondiente a un compromiso global y cada país suscribiente del protocolo tenía sus propios compromisos de reducción de emisiones (Naciones Unidas, 1998).

Los problemas de la calidad del aire en el Perú, indica que la contaminación del aire es uno de los principales problemas ambientales. Señala también que el parque automotor es la mayor fuente de contaminación del aire en el país y que en los últimos años se ha evidenciado una relación directa entre el incremento del número de vehículos y la contaminación del aire. En el caso de Lima metropolitana-Callao, las principales causas de este problema, son el deficiente sistema de transporte urbano con un parque

automotor antiguo, la mala organización de rutas y la sobreoferta de taxis (MINAM, 2014).

La cantidad de emisiones que produce un vehículo automotor en funcionamiento depende de una serie de factores como por ejemplo el tipo y la calidad de combustible, la antigüedad del vehículo, su tecnología, el recorrido promedio que realiza, entre otros, y esto empeora aún más si se presenta un ambiente de congestión vehicular en donde las velocidades se reducen considerablemente y los vehículos permanecen un mayor tiempo en funcionamiento. En tal sentido, reducir los actuales niveles de riesgo para la salud de la población en Lima Metropolitana pasa necesariamente por considerar medidas o herramientas de control dirigidas a cada una de las variables mencionada anteriormente a fin de conseguir una reducción sostenible de las emisiones vehiculares. Pero antes de eso, es primordial conocer el funcionamiento de dichas variables y su relación con las emisiones vehiculares (Garibay y Echanis, 2007).

El inadecuado mantenimiento de los vehículos automotores por una falta de control y crecimiento del parque automotor, en los últimos años, ha generado un incremento sustantivo en los niveles de contaminación ambiental producidos por el funcionamiento de los motores de dichos vehículos, en especial en las zonas urbanas, derivando de esta situación efectos nocivos para la salud de las personas (Decreto Supremo N° 047-2001-MTC).

El parque automotor de la región según MTC. (2012), está constituido por automóviles, camionetas pick – up, camionetas rurales, camiones y en menor número vehículos (Station Wagon, ómnibus, remolcadores, etc.); concentrados especialmente en Puno y Juliaca. La cantidad de autos y combis de transporte público en muy mal estado de conservación constituyen la principal fuente de contaminación atmosférica a nivel urbano. Un aspecto a tomar en cuenta es el expendio informal de gasolina procedente de Bolivia la que contiene altos niveles de plomo. En la región Puno en el 2000 se contaba con 13.33 vehículos por cada mil habitantes y para el 2011 el parque automotor se incrementó a 27.17 vehículos por cada mil habitantes; habiendo un incremento de 2.04 veces durante el periodo.

Inche (2001), la estimación de emisiones para vehículos automotores en circulación que generan una serie de contaminantes entre los que destacan, compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx), material particulado (PTS, PM10 y PM2,5), plomo tienen impactos negativos sobre la salud pública, según la Defensoría del Pueblo (2009), los niños, enfermos, mujeres gestantes y ancianos de los sectores económicos más pobres y excluidos los más perjudicados por la contaminación de gases emitidos por el parque automotor.

Problema general:

¿Cuál es el nivel de la contaminación del dióxido de carbono por el parque automotor en la ciudad de Puno?

Problemas específicos:

- ✓ ¿Cuál es el nivel (% en volumen) de contaminación de gases emitidos (CO₂, CO) por los vehículos automotores que circulan en la ciudad de Puno?
- ✓ ¿Cuál es la relación que existe entre el nivel contaminación del aire y la emisión de gases (CO₂ y CO) por los vehículos automotores que circulan en la ciudad de Puno?
- ✓ ¿Qué actualización de datos y mapas de monitoreo de emisión de gases (CO₂ y CO) existen en el ámbito del área de influencia de la ciudad de Puno?

1.2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad se ha ido incrementando enormemente el parque automotor en nuestro país debido a la mayor afluencia de personas a la ciudad y el aumento de la capacidad adquisitiva, situación que se evidencia específicamente en ciudades de gran envergadura comercial como es el caso representativo de la ciudad de Puno, donde a simple vista podemos apreciar que existe una emisión elevada de gases contaminantes, tanto por unidades vehiculares de transporte público así como transporte privado, sin que ninguna autoridad haga algo para remediar la situación, convirtiéndose así en una ciudad totalmente contaminada por emisiones de gases contaminantes y provocando el deterioro de nuestro medio ambiente.

En la presente investigación en la ciudad de Puno de la contaminación de dióxido de carbono provocado por el parque automotor, se encuentra respaldada por la preocupación de establecer control, regulación existente sobre la emisión de gases en la ciudad de Puno y de qué manera afecta a la población la contaminación de dióxido de carbono vehicular producida por los medios de transporte público. En cuanto a la salud de la población los gases generados por el transporte vehicular pueden perturbar en el trabajo, descanso, sueño; puede dañar los pulmones y provocar otras reacciones psicológicas o fisiológicas, tal vez patológicas, la población de la ciudad de Puno está expuesta a los gases durante las horas de recreación y descanso.

Finalmente, este trabajo de investigación persigue alcanzar objetivos de importante relevancia en cuanto a la contaminación de emisión de gases de dióxido de carbono, habida cuenta que permitirá formular alternativas de actualización de datos y mapas de monitoreo de emisión de gases y dar soluciones que permitan subsanar estas deficiencias detectadas.

1.3. ANTECEDENTES

Una de los principales problemas ambientales en el Perú, es la contaminación del medio ambiente urbano y rural, según un programa de monitoreo del aire, realizado en el centro de Lima, desde enero a julio del 2010, de 183 mediciones que se hicieron 178 superaron los lineamientos recomendados por la Organización Mundial de la Salud en cuanto a partículas inferiores a 10 micras (PM10), las cuales están compuestas por partículas finas que ingresan fácilmente por las vías respiratorias a los pulmones (OMS, 2012).

Solís y Sheinbaum (2013), presentaron una desagregación del consumo energético y de las emisiones del autotransporte para el periodo 1990-2010, en el cual muestran que el consumo de gasolina del autotransporte está dominado por el transporte privado de pasajeros (34 % de las emisiones de CO₂ del sector en 2010), seguido por las camionetas ligeras de carga (26 %). Como continuación de aquel estudio, aquí se analiza el consumo de energía y de emisiones de CO₂ del autotransporte para 2010 - 2050. A partir de un escenario tendencial se construyeron escenarios de mitigación de emisiones de CO₂ con diferentes opciones tecnológicas y de cambio en la estructura de crecimiento del autotransporte.

Granada y Cabrera (2007), los factores de emisión (FE) de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NOX) e hidrocarburos (HC) emitidos por los vehículos de la ciudad de Cali, se estimaron con el programa Mobile 6. Posteriormente se consideraron las liberaciones totales a la atmósfera de estos contaminantes, encontrándose que en el periodo de estudio (1996-2006) todas las emisiones se incrementaron, el monóxido de carbono en una tasa anual de 0.8%, los óxidos de nitrógeno en un 1.6%, las emisiones de hidrocarburos en un 1%, y el dióxido de carbono en un 3.1%; este último se muestra como el contaminante de mayor crecimiento tanto en valor relativo como absoluto. Se discuten las posibles causas de estos comportamientos y se comparan con los resultados obtenidos de las pruebas estáticas realizadas a los vehículos en los Centros de Diagnóstico Automotriz (CDA) en la ciudad de Cali, facilitadas por el Departamento Administrativo de Gestión del Medioambiente (DAGMA)

Solís y Sheinbaum (2016), en el año 2012 el transporte representó en México 39% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) asociadas a la producción y uso de la energía, de las cuales, el autotransporte contribuyó con 92%. Con base en un modelo de "abajo hacia arriba", este escenario presenta base de mitigación de emisiones de CO₂ para el año 2050. Se analiza la mejora en rendimiento de combustible de los vehículos y la sustitución de viajes de transporte privado por transporte público como medidas de mitigación, entre otras. Sin embargo, para lograr una disminución significativa en la tasa de crecimiento de emisiones, el parque vehicular (o su uso) deberá reducirse.

Valencia, *et al* (2015), la estimación de las emisiones vehiculares, producidas por los viajes con motivos de trabajo y/o estudio a escala institucional, junto con un caso de aplicación en la institución universitaria colegio mayor de Antioquia. Los resultados obtenidos a partir de la implementación de la metodología desarrollada permiten concluir que la Institución no aporta más del 0,025 % a las emisiones totales del Valle de Aburrá. Se proponen diferentes escenarios para el control de los contaminantes atmosféricos producidos por los viajes a la Institución, mediante la racionalización del uso del vehículo particular y se obtienen reducciones de hasta el 29 % de los contaminantes criterio: MP, CO, VOC, SO₂ y NO_x. La metodología es de fácil aplicación y transferencia a otras instituciones o empresas con diferentes tamaños poblacionales y flujos vehiculares.

Cabrera, *et al* (2010), relaciona la calidad del aire y calidad de vida, y determinó que el parque automotor de Lima es de 720,000 vehículos de pasajeros con 15 años de antigüedad, con capacidad menor de 15 pasajeros, que circulan por la vía pública, causando la contaminación atmosférica en partículas en suspensión, polvos, dióxido de azufre, plomo sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Asimismo Tuesta, (2012), en la investigación la educación ambiental frente al parque automotor en Pucallpa y Yarina-Ucayali. la contaminación ambiental producida en la ciudad debido a los gases contaminantes del parque automotor, se ha incrementado enormemente debido a la llegada de numerosas unidades de marcas pocos confiables.

Mediante el Decreto Supremo N° 047-2001-MTC modificado por los Decretos Supremos N° 002-2003-MTC, N° 018-2003-MTC, N° 012-2005-PCM, N° 029-2005-MTC y N° 026-2006-MTC, se establecieron los Límites Máximos Permisibles de emisiones de contaminantes para vehículos motorizados que circulen en la red vial, esto a raíz de que en los últimos años el mantenimiento de dichos vehículos ha sido inapropiado por falta de un adecuado sistema de control y debido a un crecimiento abrupto del parque automotor. Esta ley se orienta directamente a la satisfacción de las necesidades de los usuarios y al resguardo de sus condiciones de seguridad y salud; así como a la protección del ambiente y a la comunidad en conjunto (Diario El Peruano, 2001).

Moreano, *et al* (2012), se considera contaminación ambiental a la presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes, para poder cuantificarlos se han elaborado en muchos países estándares que nos indican los límites a los cuales dichos contaminantes pueden ser tolerados por el ser humano. Estos límites, de ser excedidos, afectarían en mayor o menor medida nuestro entorno causando desequilibrio ecológico y daños a la salud y el bienestar. La más conocida institución reguladora de contaminantes en el mundo es la EPA o Environmental Protection Agency de los Estados Unidos, Asimismo MTC,(2017), menciona que el Parque vehicular estimado, según Departamento 2007-2016 de unidades vehiculares existentes a nivel nacional es de 2 661 719 vehículos y la región de Puno cuenta con 47 696 vehículos.

Shuan (2010), en la investigación el cambio climático debido a la emisión de efluentes

gaseosos por el parque automotor en la ciudad de Huacho. La calidad del aire en la ciudad de Huacho se ha deteriorado en los últimos años. Según mediciones de la Dirección General de Salud Ambiental, las concentraciones de monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO₂) y material particulado se encuentran por los límites permisibles.. Una de las principales causas de este deterioro ha sido el crecimiento del parque automotor que actualmente excede la capacidad de la infraestructura vial, es antiguo y de mala calidad.

Cuadro N° 01. Estimación de las emisiones de gases por el parque automotor en la ciudad de Huacho.

Categorías	Porcentaje de emisión			
	SO ₂	NO _x	CO	PLOMO
Automóviles y Station wagon	3	4	10	15
Taxis y moto taxis	7	12	65	35
Camiones buses y remolcadores	60	55	3	1

Fuente: Shuan (2010)

Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental

El D.S. N° 074-2 001-PCM, del 24.06.01, aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad de Aire, donde se establece los valores correspondientes para los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire y los valores de tránsito que se presentan en los cuadros siguientes:

Cuadro N° 02. Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental

VEHÍCULOS MAYORES A GASOLINA, GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL (livianos, medianos y pesados)			
Modelo	CO % de Volumen	HC (ppm)	CO + CO ₂ %
Hasta 1995	4.5	600	10
1996 en adelante	3.5	400	10

Fuente: D.S. N° 074-2 001-PCM

Montagne (2015), el actual estudio de investigación explica la importancia del hidrogeno como medio energético y ambientalista, también plantea el cómo diseñar el generador de hidrogeno para su uso en vehículos con motores de combustión de ciclo Otto. El hidrogeno dado a sus propiedades físicas y químicas, lo convierte en el combustible ideal, por ser abundante y no contaminante, puesto que el producto de su combustión con el oxígeno solo produce agua y calor. La falta de información acerca del hidrogeno como medio energético entre la población, hizo que la industrialización

se viera involucrado económicamente con el uso del combustible fósil y sus derivados. Por lo que se hace necesario implementar nuevas tecnologías que limiten las consecuencias que trae consigo la combustión de los actuales sistemas energéticos, y que también permitan mejorar las condiciones de vida, asimismo García *et al* (2012), analizan la factibilidad ambiental y económica del etanol de caña como sustituto de la gasolina en el transporte en México en 2010-2030, al tiempo que Lozada *et al* (2010), discuten el potencial de uso de biodiésel en el transporte en México.

Sánchez. *et al* (2013), la contaminación del aire es uno de los principales factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades respiratorias, sin embargo existen pocos estudios evalúen los niveles de los principales contaminantes en los países latinoamericanos. Se observó que las concentraciones de los gases estaban dentro de los límites recomendados por la reglamentación nacional con algunas excepciones en los registros de monóxido de carbono. La concentración de los gases medidos en Cartagena se encuentra dentro de los límites recomendados por las normas nacionales, pero las pequeñas partículas mantienen una alta concentración, especialmente en las zonas cercanas a carreteras con alto tráfico vehicular. Es necesario evaluar el impacto de las partículas en los procesos respiratorios de las personas que viven cerca de carreteras.

Marín (2007), en su trabajo de investigación menciona que los resultados nos dan a conocer que menos de la mitad de los vehículos automotores a gasolina monitoreados de fabricación de 1982 al 2001 y la gran mayoría de los vehículos automotores a petróleo monitoreados contaminan al medio ambiente en un nivel significativo con la emisión de gases y opacidades a través del tubo de escape, es decir, sobrepasan los límites máximos permisibles que son disipados rápidamente por el viento, en los resultados de la investigación muestran que el volumen de CO presenta un porcentaje del año 1996 en adelante de 2.28 %, la concentración de volumen de CO₂ presenta un promedio de 14.91 % y el volumen de emisión de CO + CO₂ presenta un promedio de 17.49 %.

En la ciudad de Puno existe una investigación en el estudio de determinación relacionado al nivel de contaminación de dióxido de carbono en la ciudad de Puno provocado por la circulación de vehículos por el parque automotor, por lo cual la investigación que se va realizar será la segunda investigación en la ciudad de Puno.

1.4. OBJETIVOS

Objetivo general:

Realizar la determinación del nivel de la contaminación del dióxido de carbono por el parque automotor en la ciudad de Puno.

Objetivos específicos:

- ✓ Determinar el nivel (% en volumen) de contaminación de gases emitidos (CO_2 , CO) por los vehículos automotores que circulan en la ciudad de Puno.

- ✓ Determinar la relación que existe entre el nivel contaminación del aire y la emisión de gases (CO_2 y CO) por los vehículos automotores que circulan en la ciudad de Puno.

- ✓ Realizar actualizaciones de datos y mapas de monitoreo de emisión de gases (CO_2 y CO) en el ámbito del área de influencia de la ciudad de Puno.

1.5. HIPOTESIS

Hipótesis general:

La realización de la determinación del nivel de contaminación de dióxido de carbono por el parque automotor contribuye como una herramienta para el control y disminución de la contaminación ambiental y el desarrollo de políticas y acciones municipales para la población de la ciudad de Puno.

Hipótesis específicas:

- ✓ El nivel contaminación de gases emitidos (CO_2 , CO) por los vehículos automotores que circulan en la ciudad de Puno supera los límites permisibles.

- ✓ Existe relación de nivel contaminación del aire y la emisión de gases (CO_2 y CO) por los vehículos automotores que circulan en la ciudad de Puno.

- ✓ Existe actualizaciones de datos y mapas de monitoreo de emisión de gases (CO_2 y CO) en el ámbito del área de influencia de la ciudad de Puno

CAPITULO II

MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1. MARCO TEORICO

En su artículo I, menciona que, toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva; sin embargo, en la ciudad de Puno, este artículo no se viene cumpliendo a cabalidad, debido a la falta de capacidad técnica operativa del servicio de gestión ambiental y salud pública, por parte de la Municipalidad Provincial de Puno (Ley General del Ambiente N° 28611, 2005).

En este sentido y con la finalidad de asegurar un ambiente saludable a la población de la ciudad de Puno, se propone la propuesta de un plan de acción para la prevención y control del dióxido de carbono (CO₂) en la ciudad de Puno (Ley General del Ambiente N° 28611, 2005).

La gestión ambiental en materia de contaminación del CO₂ en la ciudad de Puno, mejorará el nivel y calidad de vida del ciudadano e indirectamente aumentará la estética de la ciudad, ya que al controlar y disminuir la contaminación ambiental donde los ciudadanos no tendrán que soportar los diferentes molestias provocados por el parque automotor en los puntos críticos de la ciudad y podrán realizar sus actividades con más tranquilidad (Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972, 2003).

El Marco de Política Ambiental sobre el cual se realiza el presente trabajo e investigación es el siguiente:

- Constitución política del Perú Art. 2° inciso 22.
- Ley 28611 – Ley General del Ambiente.
- Ley N° 27972 Ley Orgánica de Municipalidades.
- Ley N° 29325 Art. 23, Núm. 23.1 Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

- D.S. N° 002-2009-MINAM Decreto Supremo que aprueba el reglamento sobre Transparencia, Acceso a la información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales.
- R.N° 192-2007-CONAM-PCD Aprueban la propuesta de Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes líquidos y para emisiones.
- Decreto Supremo N° 047-2001-MTC modificado por los Decretos Supremos N° 002-2003-MTC, N° 018-2003-MTC, N° 012-2005-PCM, N° 029-2005-MTC y N° 026-2006-MTC, se establecieron los Límites Máximos Permisibles de emisiones de contaminantes para vehículos motorizados que circulen en la red vial

2.1.1. El aire

El aire es un bien común limitado, indispensable para la vida; por lo tanto, su utilización debe estar sujeta a normas que eviten el deterioro de su calidad por el uso o abuso indebido del mismo, de tal modo que se preserve su pureza como garantía del normal desarrollo de los seres vivos sobre la Tierra y de la conservación del patrimonio natural y artístico de la Humanidad. Todos tienen el deber de trabajar para lograr un mundo limpio y habitable, sustento de una mejor calidad de vida para las generaciones futuras (Carranza, 2004).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define al aire puro como la mezcla de gases, vapor de agua y partículas sólidas y líquidas cuyo tamaño varía desde unos cuantos nanómetros hasta 0.5 milímetros los cuales en su conjunto envuelven al globo terrestre (OMS, 2004).

2.1.2. Composición del aire

Para definir un contaminante del aire, primero es necesario especificar la composición del aire atmosférico seco o sea limpio o normal y luego cuando se encuentran presentes otros materiales, entonces estas son contaminantes del aire la composición química del aire limpio (Wark y Warner, 2007).

El aire es una mezcla de gases que existe en una capa relativamente delgada alrededor de la tierra. La composición de esta mezcla, desde el nivel del suelo hasta la altura de aproximadamente 100 kilómetros, es notablemente constante, la composición del aire seco libre de contaminación, a nivel del suelo en términos de porcentajes (%) en

volumen, que es el volumen de un componente específico contenido en 100 volúmenes de aire (Wark y Warner, 2007).

Cuadro N° 03: Composición del aire atmosférico seco

SUSTANCIA	VOLUMEN (%)	CONCENTRACIÓN (PPM)
Nitrógeno	78.084 +-0.004	780900.00
Oxígeno	20.946 +- 0.002	209400.00
Argón	0.934 +- 0.001	9300.00
Dióxido de carbono	0.033 +- 0.001	315.00
Neón		18.00
Helio		5.20
Metano		1.20
Criptón		0.50
Hidrogeno		0.50
Xenón		0.08
Dióxido de nitrógeno		0.02
Ozono		0.01 – 0.04

Fuente: Contaminación del aire, Wark y Warner, (2007).

Los principales gases que conforman el aire son el Nitrógeno y el Oxígeno (con un porcentaje de 78.08% y 20.95% respectivamente), destacando el Argón entre los menos comunes, con 0.93%. Todos los componentes del aire deben encontrarse en equilibrio en la atmósfera de acuerdo a los porcentajes señalados. Si se agregara alguna sustancia en cantidades mayores a las que normalmente posee, el aire se contaminaría. De la misma manera sucederá para el resto de gases (0.04%). Estos contaminantes incluyen: Ozono troposférico (O₃), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), óxidos de material particulado (PM), entre otras (Swisscontact, 2004).

2.1.2.1. Calidad del aire

La calidad de aire tiene como objetivo identificar, cuantificar y evaluar los contaminantes producidos por las actividades industriales y no industriales afectando al medio ambiente y la salud humana (Carranza, 2001).

La calidad del aire es una indicación de cuanto el aire esté exento de contaminación atmosférica, y por lo tanto apto para ser respirado (Carranza, 2001).

Actualmente los controles y la reglamentación se han incrementado y la calidad de los combustibles también se ha mejorado. Sin embargo, el tráfico vehicular se ha

incrementado exponencialmente, transformándose en la principal fuente contaminante en las ciudades. A nivel mundial se ha descubierto que las emisiones de anhídrido carbónico derivadas de la combustión del petróleo están participando en forma determinante en el incremento de la temperatura global a causa del efecto invernadero. El monitoreo de la calidad del aire y determinación de estándares mínimos, a partir de los cuales se desencadenan las medidas excepcionales de limitaciones de emisiones (Carranza, 2001).

Cuadro N° 04. Tipos de contaminantes, clasificación y fuente del medio ambiente.

TIPO DE CONTAMINANTE	PRIMARIOS	SECUNDARIOS	FUENTES DE EMISION
Compuestos de Azufre	SO ₂ ,SH ₂	SO ₃ , H ₂ SO ₄ , MSO ₄	Combustión de carburantes conteniendo azufre
Compuestos de Carbono	Hidrocarburos	Aldehídos , Acetonas	Combustión incompleta de C ₁ ,C ₃ , carburantes, industria del petróleo.
Óxidos de Carbono	CO, CO ₂	Ninguno	Combustión
Compuestos del de Nitrógeno	NO, NH ₃	NO ₂ , MNO ₃	Combustion del N ₂ y O ₂ durante la combustión a alta temperatura.
Compuestos Halogenados	HF, HCL	Ninguno	Industria metalúrgica
Partículas	Varios	-----	Molienda de minerales
Productos radiactivos	Varios	-----	Generación atómica

Fuente: Medio ambiente, Carranza, (2001).

2.1.3. Automóvil

Strauss y Mainwaring (1997), denomina automóvil a todo vehículo accionado por un motor de combustión interna que funciona con combustible fósil, ya sea con petróleo, gasolina o gas, a su vez estas tienen cuatro ruedas con las cuales se desplazan.

El automóvil que funciona con un motor de combustión interna, ha presentado un problema especial en el control de la contaminación del aire. Asimismo Encarta (2009).

Automóvil es cualquier vehículo mecánico autopropulsado, diseñado para su uso en carreteras. El término se utiliza en un sentido más restringido para referirse a un vehículo de ese tipo con cuatro ruedas y para transportar menos de ocho personas. Los vehículos para un mayor número de pasajeros se denominan ómnibus, y los dedicados al transporte de mercancías se conocen como camiones.

El automóvil, que funciona con un motor de combustión interna, ha presentado un problema especial en el control de la contaminación del aire (Strauss y Mainwaring, 1997).

2.1.3.1. Motor de combustión interna

Es una máquina con un diseño especial en la cual se combinan el aire y el combustible y mediante una chispa de fuego se queman dentro del motor y no en un ambiente u horno separado (Strauss y Mainwaring, 1997).

El producto del ciclo del trabajo del motor, se le denomina emisión de gases y humos, que son los contaminantes del aire que sale de los escapes de los vehículos automotor que circulan en la ciudad y/o en red vial. "La mayoría de los métodos para lograr fuerza de tracción en un vehículo móvil (con excepción de locomotoras de vapor, carros eléctricos, carros a vapor y vehículos eléctricos) utilizan un motor de combustión interna. En dicho motor se realiza una mezcla de un vapor combustible que se combina con aire. se comprime dentro de un cilindro con un pistón entonces luego se enciende . Las dos formas comunes de combustión interna defieren en manera de encender la mezcla de combustible: en un tipo la mezcla se enciende mediante una chispa eléctrica. por lo que se le conoce como motor de encendido eléctrico o motor otto. De acuerdo a su inventor, su uso es común en los automóviles y motocicletas (Strauss y Mainwaring, 1997).

2.1.4. Contaminación del aire:

Carranza, (2004), las actividades humanas tiene efecto perjudicial en la calidad del aire, al aumentar la población las cantidades emitidas de contaminantes están aumentando y puesto que la cantidad total de aire es invariable, la porción disponible de cada uno de los recursos naturales para cada persona está disminuyendo, la contaminación interesa

tanto a los responsables como a los que podrían sufrir las consecuencias. Asimismo Wark y Warner, (2007), las emisiones de los automóviles, los compuestos químicos de las fábricas, el polvo, el polen y las esporas de moho pueden estar suspendidas como partículas. El ozono, un gas, es un componente fundamental de la contaminación del aire en las ciudades. Cuando el ozono forma la contaminación del aire también se denomina smog. También Strauss y Mainwaring (1997), la contaminación del aire también es causante de neblina, la cual reduce la visibilidad en los parques nacionales y otros lugares y, en ocasiones, constituye un obstáculo para la aviación. En la ciudad de Lima en el 2001, la principal fuente de contaminación, es el parque automotor que alberga alrededor de 700000 vehículos que consumen diariamente 9000 m³ de combustible y es el responsable del 80% de las emisiones de gases contaminantes de dióxido de carbono (Carranza, 2004).

Wark y Warner (2007), algunos contaminantes del aire son tóxicos. Su inhalación puede aumentar las posibilidades de tener problemas de salud. Las personas con enfermedades del corazón o de pulmón, los adultos de más edad y los niños tienen mayor riesgo de tener problemas por la contaminación del aire.

2.1.4.1. Fuentes contaminantes del aire

Los contaminantes presentes en la atmósfera proceden de dos tipos de fuentes emisoras bien diferenciadas: las naturales y las antropogénicas o artificiales. Esta última se refiere a las actividades humanas. Las emisiones naturales provienen fundamentalmente de los volcanes, incendios forestales y descomposición de la materia orgánica en el suelo y en los océanos (Carranza, 2004).

2.1.4.1. Fuentes naturales

Son factores que contaminan independientemente de las actividades humanas, como los vientos que producen polvaredas, las erupciones volcánicas, la erosión del suelo, los incendios forestales (Carranza, 2004).

2.1.4.2. Fuentes artificiales

Son las que contaminan a causa de actividades humanas. Comprende las fuentes fijas y móviles (Carranza, 2004).

- **Fuentes Fijas o Estacionarias.** Es toda instalación establecida en un solo lugar y que tiene como propósito desarrollar procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Incluyen a los sectores: químico, petrolero, pinturas y tintas, de automóviles, de papel, del acero, del vidrio, de la generación de la electricidad, del cemento, etc (Carranza, 2004).

- **Fuentes Móviles.** Se consideran los vehículos automotores que circulan por carretera tales automóviles camiones, autobuses y motocicletas (Carranza, 2004).

Las emisiones más comunes de los vehículos automotores son: las del tubo de escape, las emisiones evaporativas provenientes de fugas del combustible que ocurren cuando está operando el motor, las emisiones del tanque de combustible del vehículo por el aumento de la temperatura ambiente. Las emisiones que se presenta cuando el motor no está en operación y se deben a fugas de combustible (Carranza, 2004).

2.1.5. Contaminación producida por el tráfico

Se considera así a la contaminación que es debida al exceso de la circulación rodada y provocada por los vehículos automotores, sobre Todo por la quema de combustibles fósiles, especialmente de la gasolina y el petróleo (Thomson, 2002).

Hasta un cierto nivel de tránsito, los vehículos pueden circular a una velocidad relativamente libre, determinada por los límites de velocidad, la frecuencia de las intersecciones, los intereses propios, etc. Sin embargo, a volúmenes mayores, cada vehículo adicional estorba el desplazamiento de los demás, es decir, comienza el fenómeno de la congestión. Entonces, una definición más objetiva sería; la congestión es la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito, aumenta el tiempo de circulación de los demás (Thomson, 2002).

Por otro lado, la hora pico u hora punta se refiere a la hora del día que tiene el volumen de tránsito vehicular más alto, es decir, a la hora en la cual circulan una mayor cantidad de vehículos y por lo tanto existe una mayor congestión vehicular (Navarro, 2008).

Los contaminantes que se emiten del tráfico en la mayoría son el monóxido de carbono, los hidrocarburos, dióxido de carbono, oxígeno, opacidades, óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles y macro partículas siendo éstas en los países desarrollados un 30% a 90% del total; emiten también compuestos de plomo que son una cantidad menor que dióxido de azufre 'sulfuro de hidrogeno (Encarta, 2009).

En los vehículos automotores el motor de combustión interna contribuido de manera importante al alto nivel de vida que se disfruta en los países desarrollados del mundo. Las materias primas y los productos de nuestras industrias pueden transportarse de la mina a la fábrica y de esta ala tienda con el mínimo esfuerzo humano mediante vehículos movidos por motores de combustión interna sin embargo, en este caso no hay una chimenea que favorezca la dispersión de los contaminantes como sucede en las fábricas en este caso veremos monóxidos de carbono que presenta el 3 % a gasolina (Sans, 1999).

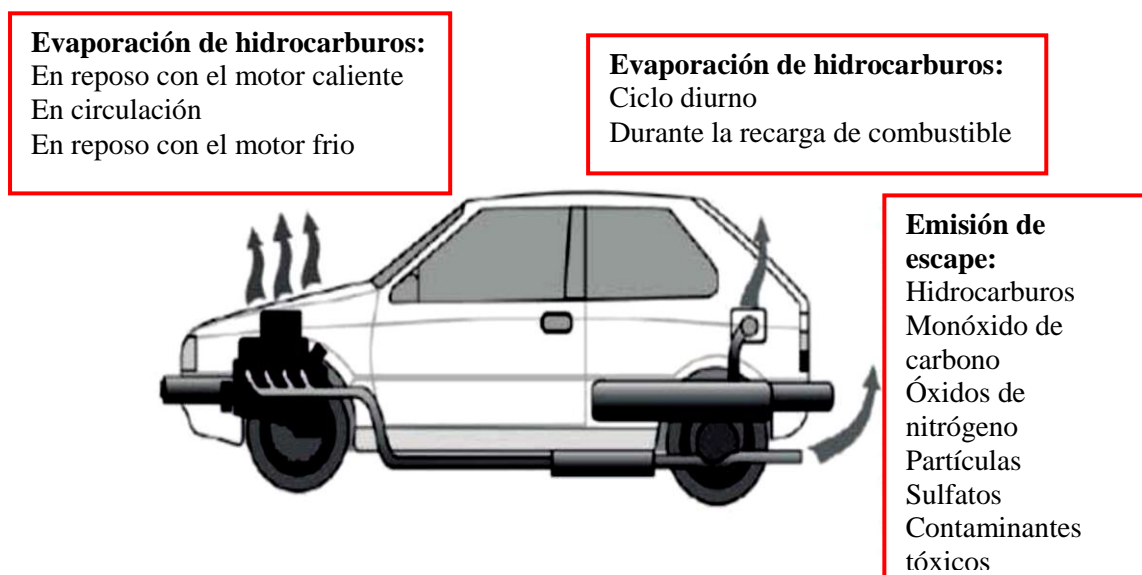
2.1.5.1. Emisiones vehiculares

Garibay y Echanis, (2007), los vehículos automotores propulsados por motores de combustión interna producen, en general, tres tipos de emisiones de gases contaminantes:

- Emisiones evaporativas
- Emisiones por el tubo de escape
- Emisiones de partículas por el desgaste tanto de los frenos como de llantas

2.1.5.1.1. Emisiones por el tubo de escape

Las emisiones por el tubo de escape son producto de la quema del combustible y comprenden a una serie de contaminantes tales como; monóxido y dióxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y material particulado, además de ciertos contaminantes presentes en el combustible como el azufre y, hasta hace algunos años, el plomo (Garibay y Echanis, 2007).

Figura N° 01. Emisiones Vehiculares (tubo de escape y evaporativas)

Fuente: INE-SEMARNAT, (2005).

2.1.5.2. Contamos con estándares de calidad de aire

Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental

El D.S. N° 074-2 001-PCM, del 24.06.01, aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad de Aire, donde se establece los valores correspondientes para los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire y los valores de tránsito que se presentan en los cuadros siguientes:

Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire Resolución Directoral 1404/2005/DIGESA/SA

2.1.6. Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos

Automotores.

En el Perú se ha dado el Decreto Supremo N° 047- 2001-MTC que establece los Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial.

Cuadro N° 05. Vehículos mayores a gasolina, gas licuado de petróleo y gas natural

Modelo	CO % de Volumen	HC (ppm)	CO + CO ₂ %)
Hasta 1995	4.5	600	10
1996 en adelante	3.5	400	10

Fuente: Decreto Supremo N° 047- 2001-MTC

Para vehículos a Gasolina: Únicamente para controles en carretera o vía pública, que se realicen a más de 1800 m.s.n.m., se aceptarán los siguientes valores, para hidrocarburos (HC): modelos hasta 1995; HC 650 ppm y 8% CO + CO₂, modelos 1996 en adelante; HC 450 ppm y 8% CO + CO₂ (Decreto Supremo N° 047- 2001-MTC).

Cuadro N° 06. Vehículos mayores a gasolina, gas licuado de petróleo y gas natural

Año de Fabricación	CO % de Volumen	HC (ppm)	CO + CO ₂ %) (mínimo)
Hasta 1995	3.0	400	10
1996 en adelante	2.5	300	10
2003 en adelante	0.5	100	12

Fuente: Decreto Supremo N° 047- 2001-MTC

Para Vehículos a Gasolina: Únicamente para controles en carretera o vía pública, que se realicen a más de 1800 m.s.n.m., se aceptarán los siguientes valores sólo para HC: modelos hasta 1995, HC 450 ppm y 8% CO + CO₂, modelos 1996 en adelante, HC 350 ppm y 8% CO + CO₂ (Decreto Supremo N° 047- 2001-MTC).

2.1.7. Gases (CO₂, CO, HC y O₂) emitidos por vehículos automotores a gasolina

Se conocen varias unidades de medida concentración de gases o contaminantes atmosféricos; representando el volumen de contaminante contenido en un millón de volumen de aire; la otra expresión es relacionada a la masa contaminante con el volumen de aire que lo contiene, cuya unidad de medida microgramos por metro cubico (ug/m³). El de porcentaje en volumen que se basa el volumen e contaminante en cien volúmenes de aire entonces la medida de la medición de la emisión de gases de los tubos de escape de los vehículos a gasolina se da en % conocidos como contenidos máximos (UNSA, 2006).

Cuadro N° 07. Contenido máximo en volumen de los gases que emiten los vehículos motorizados

COMPONENTES DE LOS GASES DE ESCAPE	CONTENIDO MÁXIMO EN VOLUMEN %		OBSERVACIÓN
	GASOLINA	DIESEL	
Nitrógeno	74 -77	76.78	No toxico
Oxígeno	0.3 -0.8	2 – 18	No toxico
Vapor de agua	3 – 5.5	0.5 – 4	No toxico
Dióxido de carbono	5 – 12	1 – 10	No toxico
Monóxido de carbono	0.1 – 10	0.01 – 0.5	Toxico
Óxidos nítricos	0.1 – 0.5	0.001 – 0.4	Toxico
Hidrocarburos no cancerígenos	0.2 – 0.3	0.009 – 0.5	Toxico
Aldehídos	0 -0.2	0.001 – 0.009	Toxico
Dióxido de azufre	0 – 0.002	0 – 0.03	Toxico
Hollín (g/m ³)	0 – 0.04	0.01 – 1.1	Toxico
Benzopierno (Kg/m)	Hasta 20	Hasta 10	Cancerígeno

Fuente: UNSA. (2006).

2.1.7.1. Monóxido de carbono (CO)

Echarri (2007), es un gas sin color, olor ni sabor y se considera tóxico porque envenena la sangre al combinarse fuertemente con la hemoglobina reduciendo drásticamente la capacidad de transportar oxígeno. Asimismo la Defensoría Del Pueblo (2009), alrededor del 70% proviene de fuentes móviles pues prácticamente todo emana por la combustión incompleta de los vehículos a motor. La concentración de CO es un parámetro adecuado para el seguimiento de la contaminación primaria de origen vehicular, porque su determinación es comparativamente sencilla respecto a otros contaminantes atmosféricos. Además, se puede utilizar para establecer correlaciones con otros contaminantes primarios, en particular óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y material particulado. Este hecho es relevante para inferir la evolución horaria de material particulado en suspensión, cuya determinación sobre períodos cortos de tiempo es más dificultosa, y permitirá obtener indirectamente concentraciones de compuestos orgánicos volátiles, previo análisis de la composición de la flota vehicular y la distribución de vehículos por tipo de combustible (Defensoría Del Pueblo, 2009).

Strauss y Mainwaring (1997), el monóxido de carbono se produce como consecuencia de la combustión incompleta de combustibles a base de carbono, tales como la gasolina,

el petróleo y la leña, y de la de productos naturales y sintéticos, como por ejemplo el humo de cigarrillos.

Wark y Warner (2007), el monóxido de carbono como es sabido es un gas incoloro y inodoro, muy estable, tiene una vida promedio de 2 a 4 meses en la atmósfera. y aproximadamente el 20 % es por la acción del hombre. Los efectos en la salud humana es evidente ya que en altas concentraciones de CO (> 750 ppm) pueden causar cambios fisiológicos y patológicos, finalmente la muerte en vista de que el monóxido de carbono es un veneno que inhalado priva del oxígeno necesario a los tejidos del cuerpo. La combinación de monóxido de carbono con la hemoglobina conduce a la formación de carboxihemoglobina COHb, así como la combinación de oxígeno y la hemoglobina produce la oxihemoglobina O₂Hb. También menciona Stanley (2007), los motores de combustión interna de los automóviles emiten monóxido de carbono a la atmósfera por lo que en las áreas muy urbanizadas tiende a haber una concentración excesiva de este gas hasta llegar a concentraciones de 50-100 ppm, tasas que son peligrosas para la salud de las personas.

Echarri (2007), la actividad humana lo genera en grandes cantidades siendo, después del CO₂, el contaminante emitido en mayor proporción a la atmósfera por causas no naturales. Se origina como resultado de la combustión incompleta de la gasolina en los motores de los vehículos. Asimismo Carnicer (2007/2008), menciona los efectos producidos sobre la salud dependen de las concentraciones de CO en el aire. En orden creciente de concentraciones se aprecian efectos sobre el sistema nervioso, agudeza visual, cambios funcionales cardíacos y pulmonares, dolor de cabeza, fatiga, fallos respiratorios y muerte.

2.1.7.2. Dióxido de carbono (CO₂)

Echarri (2007), es un gas sin color, olor ni sabor, que se encuentra presente en la atmósfera de forma natural. No es tóxico y desempeña un papel fundamental en el ciclo del carbono en la naturaleza. Asimismo Wark y Warner (2007), menciona es el principal gas causante del efecto invernadero. Se origina a partir de la combustión de carbón, petróleo y gas natural. En estado líquido o sólido produce quemaduras, congelación de tejidos y ceguera. La inhalación es tóxica si se encuentra en altas

concentraciones, pudiendo causar incremento del ritmo respiratorio, desvanecimiento e incluso la muerte.

Defensoría Del Pueblo (2009), conocido como el principal responsable del efecto invernadero, se produce por la combustión de carburantes fósiles y en la respiración de vegetales y animales. Es parte importante en procesos como la fotosíntesis y la respiración, así como a ayudar a mantener en la tierra una temperatura habitable siempre y cuando se establezca en cantidades determinadas. Los productos fósiles referidos son el petróleo y carbón, que en conjunto con todas las actividades humanas llegan a ser un 22% de la actual concentración de CO₂ en la atmósfera. Esto genera el gran cambio climático que se siente en el Perú y que ya es conocido como uno de los más vulnerables al cambio de clima global. Asimismo Echarri (2007), este gas produce un importante efecto de atrapamiento de calor, conocido como efecto invernadero y su aumento, debido a la quema de combustible fósil y de grandes extensiones de bosques en los últimos años, está ocasionando daños socio-ambientales a nivel global.

La incidencia del incremento del contenido de dióxido de carbono en la atmósfera sobre la biosfera es inmensa. Pues puede provocar desde alteraciones climáticas hasta perturbaciones en el desenvolvimiento normal de los seres vivos. Así como que crea el efecto invernadero, que es causado por la transparencia del CO₂, que por una parte permite pasar mejor a la radiación solar y por otra parte provoca una mayor retención de la radiación infrarroja (IR) emitida desde la tierra (Seoanez, 1996).

2.1.7.3. Hidrocarburos (HC)

Carnicer (2007/2008), el número de hidrocarburos implicados en la contaminación del aire es muy grande. En atmósferas urbanas pueden encontrarse más de 100 hidrocarburos diferentes, de los cuales los más reactivos son las olefinas. No hay pruebas que indiquen efectos nocivos directos de los hidrocarburos sobre el hombre a las concentraciones en que actualmente se presentan en el aire. A concentraciones muy elevadas los vapores de hidrocarburos, sobre todo de los aromáticos, pueden causar lesiones en las mucosas al ser inhaladas (recientemente se han probado los efectos cancerígenos del benceno). El etileno (C₂H₄) es el único hidrocarburo que se sabe produce daños a la vegetación a concentraciones ambientales relativamente bajas. Los

principales efectos son la inhibición del crecimiento, cambios de color en las hojas y muerte de las partes florales.

Wark y Warner (2007), los hidrocarburos no parecen causar ningún daño apreciable por corrosión en los materiales. Las partículas o el hollín procedente de hidrocarburos no quemados. Ensucian las superficies de todos los hidrocarburos, solo el etileno tiene efectos adversos sobre las plantas ante concentraciones ambientales conocidas. Estudios de propiedades carcinogénicas de ciertas clases de hidrocarburos sí indican que ciertas formas de cáncer parecen ser causadas por la exposición a hidrocarburos aromáticos que se encuentran en hollín o alquitranes.

2.1.7.4. Oxígeno (O₂)

Encarta (2009), el oxígeno (O₂), es un elemento gaseoso ligeramente magnético, incoloro, inodoro e insípido, es el más abundante en la tierra. El oxígeno constituye el 21% en volumen o el 23.15% en masa de la atmósfera, el 85.8% en masa de los océanos (el agua pura contiene un 88.8% de oxígeno). El 46.7% en masa de la corteza terrestre (como componente de la mayoría de las rocas y minerales). Asimismo para Carranza (2004), el oxígeno representa un 60% del cuerpo humano. Se encuentra en todos los tejidos vivos. Casi todas las plantas y animales, incluyendo los seres humanos requieren oxígeno, ya sea en estado libre o combinado para mantenerse con vida.

Edward (2016), el oxígeno es un gas incoloro e inodoro. Es un elemento químico que se puede encontrar en la tabla periódica con número atómico 8. El oxígeno es el tercer elemento más abundante en el universo y representa más del 20% de la atmósfera de la tierra. En el cuerpo humano, el oxígeno es el elemento más abundante, representando el 65% de su masa. Respiramos oxígeno casi cada segundo de cada día, siendo claramente muy importante. Veamos algunas de las formas en que el cuerpo humano utiliza oxígeno.

2.1.7.5. Opacidades emitidas por los vehículos automotores a petróleo

Gil (1998), los vehículos con motores diesel generalmente utilizan petróleo pesado. Estos vehículos cuando funcionan bien generan pocos contaminantes, mientras que si su funcionamiento está en mal estado entonces producen opacidades a través del tubo de

escape, un humo negro de olor astringente y desagradable, que crean molestias en el ser humano al ser inhalados., además provocan una mala visibilidad en el ambiente

Al crear problemas de visibilidad, la contaminación por partículas también se considera que disminuye la irradiación solar que incide sobre la superficie terrestre. Tal pérdida de visibilidad es pues por suspensión de partículas en la atmósfera generados por diferentes fuentes tales polvos por la acción eólica, emanaciones volcánicas, emisiones de los tubos de escape de los vehículos automotores que circulan en la ciudad, humos por combustiones, etc (Gil, 1998).

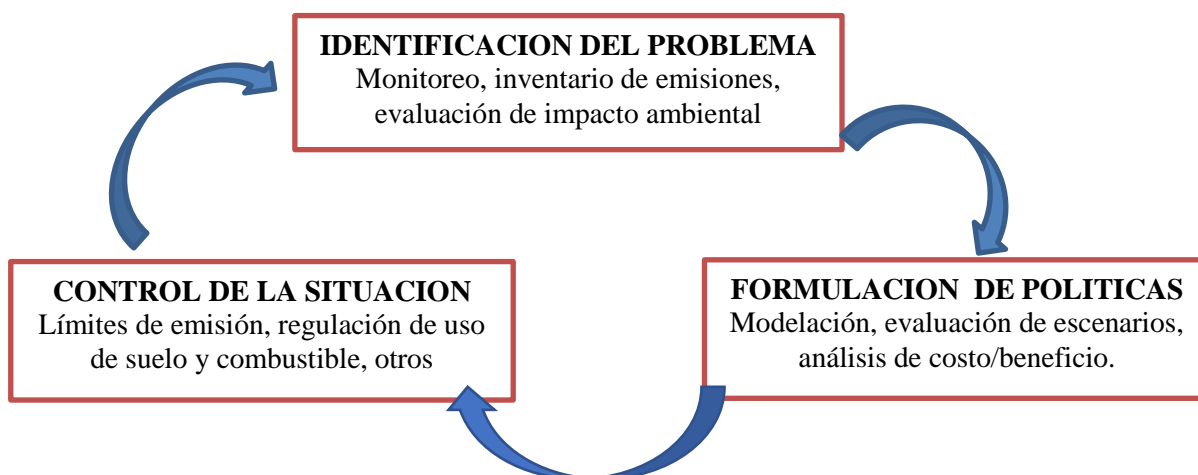
2.1.8. Monitoreo de la calidad del aire.

OMS (2000), en las últimas décadas se ha desarrollado una preocupación creciente por los efectos de la contaminación del aire en la salud humana y el ambiente. La fuerte presión social junto con una legislación más rigurosa, requieren de información imparcial y confiable sobre la calidad del aire.

El monitoreo sirve de herramienta para la identificación y evaluación de problemas de la calidad del aire. El monitoreo, junto con los modelos de predicción y los inventarios de emisiones, son parte integral de la gestión de la calidad del aire. Ésta se encuentra directamente vinculada con el cumplimiento de objetivos económicos, de evaluación y de regulación. En el desarrollo de un plan efectivo de gestión de la calidad del aire es necesario contar con información confiable relacionada con los niveles de contaminación en el aire a través del monitoreo (OMS, 2000).

El propósito más importante del monitoreo de la calidad del aire es generar y proporcionar la información necesaria a científicos, legisladores y planificadores para que ellos tomen las decisiones adecuadas a favor de la gestión y mejora del medio ambiente. El monitoreo juega un papel regulador en este proceso proporcionando la base científica para el desarrollo de las políticas y estrategias, en el establecimiento de objetivos durante la evaluación del cumplimiento de las metas y en la ejecución de las acciones (OMS, 2000).

Figura. N° 02. Proceso de mejora continua de la calidad del aire



Fuente: OMS, (2000).

2.1.9. Efectos en la salud humana

Ballester *et al* (1999), los efectos relacionados con la exposición a la contaminación atmosférica son diversos. Los más estudiados son aquellos que se producen a corto plazo, es decir en el periodo de unos pocos días, habitualmente menos de una semana, después de la exposición. Estos efectos mantienen una gradación tanto en la gravedad de sus consecuencias como en la población de riesgo afectada. Asimismo Encarta (2009), el dióxido de carbono no produce patología, además no siempre se clasifica como contaminante, pero si guarda relación con el calentamiento global de la tierra.

Los efectos que producen los contaminantes del aire pueden ser clasificados en dos tipos: agudos y crónicos. Los efectos agudos se manifiestan de inmediato después de una corta exposición a los contaminantes del aire que tienen altas concentraciones de la emisión de contaminantes de los vehículos automotores y los efectos crónicos sobre la salud humana producen los contaminantes atmosféricos, que son el resultado de la continua exposición de las personas a bajas concentraciones y bajo condiciones no excepcionales (Gil, 1998).

2.1.9.1. Toxicología y Síntomas de Exposición

OSHA PEL (2016), el monóxido de carbono es tóxico mediante la inhalación y no tiene propiedades de advertencia (olor, sabor). El monóxido de carbono afecta la habilidad del cuerpo para transportar moléculas de oxígeno a las células, y por ello es considerado un químico asfixiante. El monóxido de carbono se mezcla fácilmente al oxígeno que lleva proteína a la sangre (hemoglobina). La afinidad de la hemoglobina y el monóxido de carbono es estimada a más de 200 veces que con el oxígeno.

La exposición al monóxido de carbono arriba de 1000 partes por millón (ppm) puede causar pérdida de la conciencia o la muerte. Los síntomas típicos de la exposición a niveles más arriba de lo permitido por la Administración de la Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA PEL) (50 ppm) podrían incluir dolor de cabeza, náusea, vómito, mareo, debilidad, respiración acelerada, confusión mental, y un color rojizo en la piel (OSHA PEL, 2016).

2.1.9.2. Consecuencias de la contaminación por el parque automotor

- Deteriora cada vez más a nuestro planeta
- Atenta contra la vida de plantas, animales y personas
- Genera daños físicos en los individuos
- Convierte en un elemento no consumible al agua
- En los suelos contaminados no es posible la siembra

En conclusión los vehículos que están circulando en nuestra ciudad, pues nos damos cuenta que, el promedio de años de los vehículos es bastante antiguo. Esto ocasiona que dichos vehículos son fuente contaminantes. Entonces no es en vano que dichos vehículos ocasionan alteraciones en el ambiente emanando el Monóxido de Carbono (CO) y el Dióxido de Carbono (CO₂) (Ballester *et al.*, 1999).

- En nuestra ciudad, entre un 70 y 80% de la contaminación ambiental tiene como principal fuente el parque automotor.
- Se estima que el transporte es responsable del 28% de las emisiones de CO₂ (Dióxido de Carbono), principal causante del efecto invernadero, y absorbe el 40% del consumo de energía del planeta (Ballester *et al.*, 1999).

2.2. MÉTODO ESTADÍSTICO

2.2.1. Coeficiente de determinación (R^2)

El R cuadrado se define como la proporción de la varianza total de la variable explicada por la regresión. El R cuadrado, también llamado coeficiente de determinación, refleja la bondad del ajuste de un modelo a la variable que pretender explicar (Miller y Freund, 2012).

Es una medida relativa del grado de asociación lineal entre x e y.

Es importante saber que el resultado del R cuadrado oscila entre 0 y 1. Cuanto más cerca de 1 se sitúe su valor, mayor será el ajuste del modelo a la variable que estamos intentando explicar. De forma inversa, cuanto más cerca de cero, menos ajustado estará el modelo y, por tanto, menos fiable será (Miller y Freund, 2012).

$$R^2 = \frac{SCR_{eg}}{SCT} = 1 - \frac{SCE}{SCT} ; 0 \leq R^2 \leq 1$$

- ✓ Si $R^2 = 0 \Rightarrow SCReg = 0 \Rightarrow$ El modelo no explica nada de y a partir de x.
- ✓ Si $R^2 = 1 \Rightarrow SCReg = SCT \Rightarrow$ Ajuste perfecto: y depende funcionalmente de x.
- ✓ F Un valor de R^2 cercano a 0 \Rightarrow Baja capacidad explicativa de la recta.
- ✓ F Un valor de R^2 próximo a 1 \Rightarrow Alta capacidad explicativa de la recta.

Coeficiente de determinación (R^2 Ajustado)

R^2 ajustado es una medida de bondad de ajuste corregida (precisión de modelo) para los modelos lineales. Identifica el porcentaje de varianza en el campo objetivo que se explica mediante la entrada o entradas (Miller y Freund, 2012).

R^2 tiende a estimar de forma optimista el ajuste de la regresión lineal. Siempre aumenta como el número de efectos que se incluyen en el modelo. R^2 ajustado intenta corregir esta estimación excesiva. R^2 ajustado podría disminuir si un efecto específico no mejora el modelo (Miller y Freund, 2012).

R cuadrado ajustado se calcula dividiendo el error cuadrático de la media residual por el error cuadrático promedio total (que es la varianza muestral del campo objetivo). Se resta 1 del resultado (Miller y Freund, 2012).

R² ajustado siempre es menor o igual que R². Un valor de 1 indica un modelo que predice perfectamente valores del campo objetivo. Un valor que es menor o igual que 0 indica un modelo que no tiene ningún valor predictivo. En el mundo real, R² ajustado se encuentra entre estos valores (Miller y Freund, 2012).

$$R^2 \text{ Ajustado} = 1 - \frac{n-1}{n-k+1} (1 - R^2)$$

Dónde: n= Tamaño de la muestra

k= Número de variables independientes en la ecuación de regresión (x)

R²= Coeficiente de determinación

2.2.2. Análisis de varianza

En estadística, el análisis de la varianza (ANOVA, analysis of variance, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados, en el cual la varianza está particionada en ciertos componentes debidos a diferentes factores (variables) (Miller y Freund, 2012).

Cuadro N° 08. Análisis de varianza

FUENTES DE VARIACION (FV)	GRADOS DE LIBERTAD (GL)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	CUADRADOS MEDIOS (CM)	F CALCULADO (FC)	F TABULADO (Ft)	SIGNIFICANCIA P - valor
BLOQUES	(r - t)	$\sum_{j=1}^r \frac{y_{ij}^2}{t} - \frac{y^2}{rt}$	$\frac{SC_{\text{Bloques}}}{(r - 1)}$	$\frac{SC_{\text{Bloques}}}{SC_{\text{error}}}$	Tabla de Fisher y snedecor	
TRATAMIENTOS	(t - 1)	$\sum_{i=1}^t \frac{y_{ij}^2}{r} - \frac{y^2}{rt}$	$\frac{SC_{\text{tratamientos}}}{(t - 1)}$	$\frac{SC_{\text{tratamiento}}}{SC_{\text{error}}}$	Tabla de Fisher y snedecor	

ERROR	$(r - t) * (t - 1)$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij}^2 - \frac{\sum_{i=1}^t y_i^2}{r} - \frac{\sum_{j=1}^r y_j^2}{t} + \frac{y^2}{rt}$	$\frac{SC_{error}}{(r - 1)(t - 1)}$			
TOTAL	$(rt - 1)$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij}^2 - \frac{y^2}{rt}$				

Fuente: (Miller y Freund, 2012).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Calidad ambiental puede definirse como el conjunto de características del medio ambiente, relacionado con la disponibilidad y facilidad de acceso a los recursos naturales y a la ausencia o presencia de agentes nocivos (Ministerio del Ambiente, 2009).

Calidad del aire como la ausencia o presencia de agentes nocivos en el aire o atmósfera. En ese sentido, la calidad del aire estará vinculada con la presencia o no de contaminantes en sus componentes, los cuales deberían ir de la mano con los porcentajes establecidos por la Organización Mundial de la Salud al establecer lo que es el aire puro o limpio, o al menos bajo límites que no generen riesgos a la salud de las personas (Ministerio del Ambiente, 2009).

Índice de calidad del aire

El índice de calidad del aire (ICA) se categoriza como bueno, moderado, malo, muy malo y alerta máxima. La clasificación está basada en los valores establecidos por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire y los Niveles de Alerta Nacional de Contaminantes del Aire. Expresados en un ICA, los ICA son una herramienta muy simple que explica la calidad del aire en cada zona monitoreado, El dióxido de nitrógeno y el ozono no presentan índices en las dos últimas categorías debido que la legislación vigente no lo establece (MINAN, 2014).

Contaminación

La contaminación es la introducción en un medio cualquiera de un contaminante, el uso más habitual del término en ecología es contaminación ambiental, que es la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) en lugares, formas y concentraciones que pueden ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población (Zamalloa, 2012).

Contaminante del aire.

Sustancia en el aire que, en alta concentración, puede dañar al hombre, animales, vegetales o materiales. Puede incluir casi cualquier compuesto natural o artificial susceptible de ser transportado por el aire. Estos contaminantes se encuentran en forma de partículas sólidas, y líquidas, gases o combinados. Generalmente se clasifican en los compuestos emitidos directamente por la fuente contaminante o contaminantes primarios y los compuestos producidos en el aire por la interacción de dos o más contaminantes primarios o por la reacción con los compuestos naturales encontrados en la atmósfera (Irwin y Miranda, 2015).

Combustión

Oxidación rápida, que consiste en una combinación del oxígeno con aquellos materiales o sustancias capaces de oxidarse, dando como resultado la generación de gases, partículas, luz y calor.

Los motores de combustión interna (MCI) generan emisiones tóxicas, contenidas en los vapores del combustible, en los gases del cárter y en el tubo de escape. Cerca del 1% de los gases de escape contienen aproximadamente 300 sustancias, de las cuales la mayoría son tóxicas (Cenergia, 1998).

Emisión

La descarga de sustancias en la atmósfera. Para propósitos de esta norma, la emisión se refiere a la descarga de sustancias provenientes de actividades humanas (Encarta, 2009).

Emisión de gases por el tubo de escape del parque automotor.

Se denomina emisiones por el parque automotor, a la descarga de opacidades y gases a través de los tubos de escape que producen los vehículos automotores que se desplazan accionados por un motor de combustión interna, las cuales funcionan con combustibles fósiles como es el petróleo y la gasolina. "Los vehículos emiten una serie de contaminantes aéreos que afectan de forma adversa a la salud de los animales y las plantas y a la composición química de la atmósfera. Las emisiones de dióxido de carbono e hidrocarburos, dos de los principales contaminantes expulsados por los vehículos a motor, contribuyen al calentamiento global y son producto de la combustión de derivados del petróleo. La presencia de niveles elevados de estos productos hacen que la radiación reflejada quede atrapada en la atmósfera, produciendo un efecto de calentamiento que hace subir lentamente la temperatura de la misma (Encarta, 2009).

Mitigación

El propósito de la mitigación es la reducción de la vulnerabilidad, es decir la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por un evento. Se entiende también por mitigación al conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos que pudieran tener algunas intervenciones antrópicas. Estas medidas deben estar consolidadas en un Plan de mitigación, el que debe formar parte del estudio de impacto ambiental (Encarta, 2009).

Prevención

La prevención de la contaminación no es una actividad estática ni solamente ligada al avance tecnológico. De hecho, en la mayoría de los casos la puesta en marcha de simples cambios operativos conduce a avances significativos en el desempeño de las industrias. Estos cambios pueden incluir la capacitación y motivación del personal en ciertos aspectos, mejor manejo de los inventarios, mejor planificación e instrumentación de los programas de mantenimiento, o modificación de las estructuras y procedimientos administrativos sea al aire, agua o suelo, y aquellos diseñados para disminuir los riesgos sobre la salud humana (Restrepo, 2007).

Control

Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas legales y técnicas que se aplican y son necesarias para disminuir o evitar, cualquier tipo de afección al medio ambiente en general, y a un ecosistema en particular, producto de las actividades humanas, o por desastres naturales; lo mismo que para disminuir los riesgos para a la salud humana. Se incluyen inventarios, muestreo, censo, etc. El caso más conocido de control ambiental es el relacionado con la emisión de contaminantes, provenientes de procesos creados por el hombre al medio ambiente, ya sea al aire, agua o suelo, y aquellos diseñados para disminuir los riesgos sobre la salud humana (Restrepo, 2007).

Monitoreo

Es el proceso programado de coleccionar muestras, efectuar mediciones, y realizar el subsiguiente registro, de varias características del ambiente, a menudo con el fin de evaluar conformidad con objetivos específicos (Irwin y Miranda, 2015).

Supervisión o comprobación periódica o continua, para determinar el grado de cumplimiento de requerimientos establecidos sobre niveles de contaminación en varios medios bióticos. (Irwin y Miranda 2015).

Partes por millón (ppm)

Para determinar la concentración de una sustancia química en un volumen se utilizan las partes por millón de partes iguales. Cada millonésima parte de este volumen, correspondiente a la sustancia de nuestro interés, se considera una parte por millón de la sustancia. Las PPM se utilizan para determinar concentraciones muy pequeñas de gases en la atmósfera (Encarta, 2009).

Parque automotor

Parque automotor es el conjunto de vehículos automotores en la que está considerado a todos los vehículos de cuatro o más ruedas con neumáticos (llantas), incluyendo a los vehículos menores motorizados de dos y tres ruedas con neumáticos que circulan en la ciudad de la Puna haciendo servicio de pasajeros y carga (Encarta, 2009).

Fuentes móviles

Las fuentes móviles incluyen a las diversas formas de transporte como automóviles, camiones y aviones, entre otros. La principal fuente móvil de contaminación del aire es el automóvil, pues produce grandes cantidades de monóxido de carbono (CO) y cantidades menores de óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles (COV). La cantidad de emisiones que produce un vehículo automotor depende de una serie de factores como el tipo y la calidad del combustible que consume, el estado de conservación del motor, su antigüedad, tecnología, si cuenta o no con un sistema de control de emisiones, la morfología de la ciudad donde transita, los hábitos del chofer, el tiempo que permanece operativo, el tráfico en las vías y, finalmente, su recorrido (Pérez, 2010).

Evaluación de la calidad de aire

La evaluación de la calidad del aire se define como cualquier método utilizado para medir, calcular, predecir o estimar las concentraciones de un contaminante en el aire ambiente o su depósito en superficies en un momento determinado (Restrepo, 2007).

Los objetivos de la evaluación de la calidad del aire son obtener información comparable sobre la situación de la calidad del aire en todo el territorio nacional, suministrar información sobre las medidas a tomar y su efecto y ofrecer información al público (Restrepo, 2007).

CAPITULO III

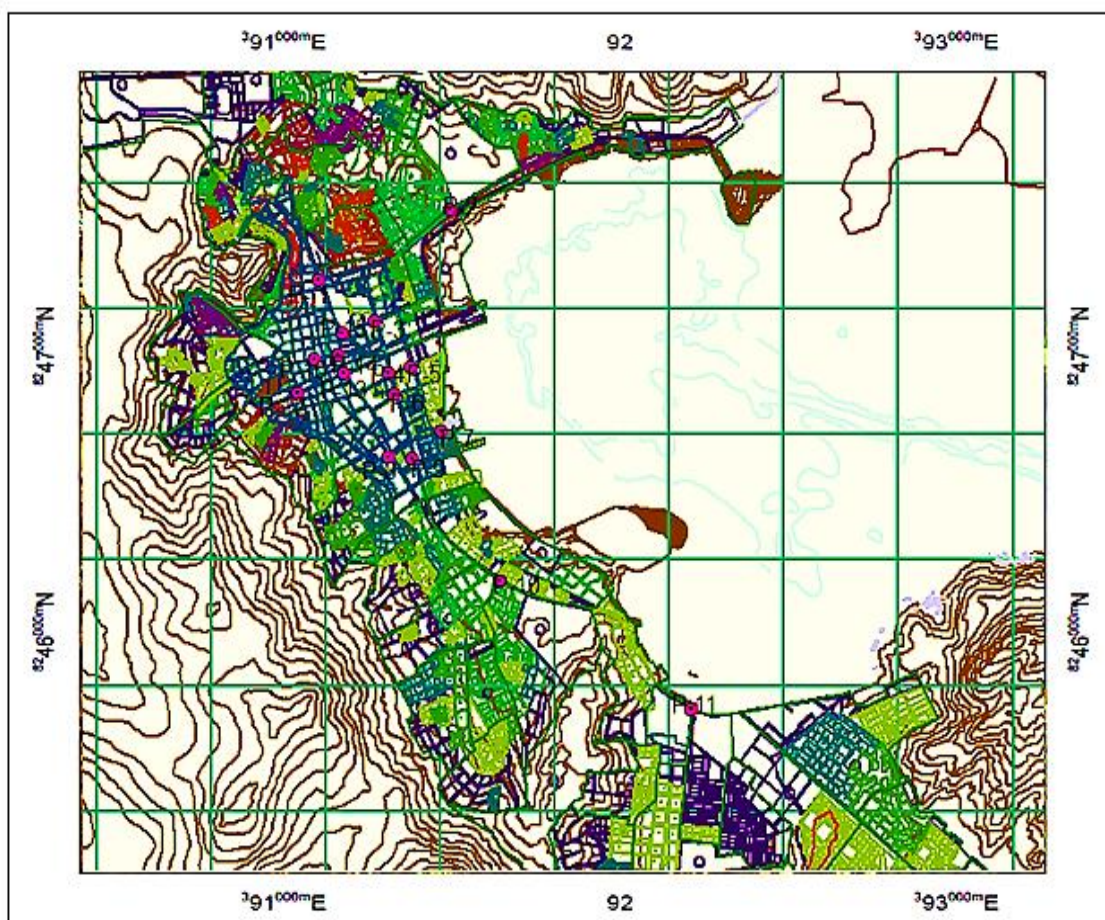
MATERIALES Y METODOS

3.1. Caracterización del área de investigación

3.1.1. Ubicación geográfica del área de estudio

El estudio se realiza, políticamente en el distrito, provincia y departamento de Puno, que se encuentra a una altitud de 3825 m.s.n.m. Geográficamente el ámbito de estudio se realiza exclusivamente en la ciudad de Puno, que está limitado entre las coordenadas geográficas de: $15^{\circ} 50' 13''$ Latitud Sur, y $70^{\circ} 01' 32''$ Longitud Oeste, y entre las coordenadas UTM de 8248445 Norte y 389912 Este (Plaza de Armas de la ciudad de Puno, medidos con GPS Garmin 60CS_x, en el sistema elipsoidal WGS 84 (Sistema geodésico mundial 1984). La ciudad de Puno se encuentra a orillas de lago Titicaca (Bahía de Puno) y al Oeste del lago, así mismo por el Norte, Sur y Oeste está rodeado de cerros cuya altitud superan los 4000 m.s.n.m.

Figura N° 03. Ubicación de puntos de monitoreo en la ciudad de Puno, 2017.

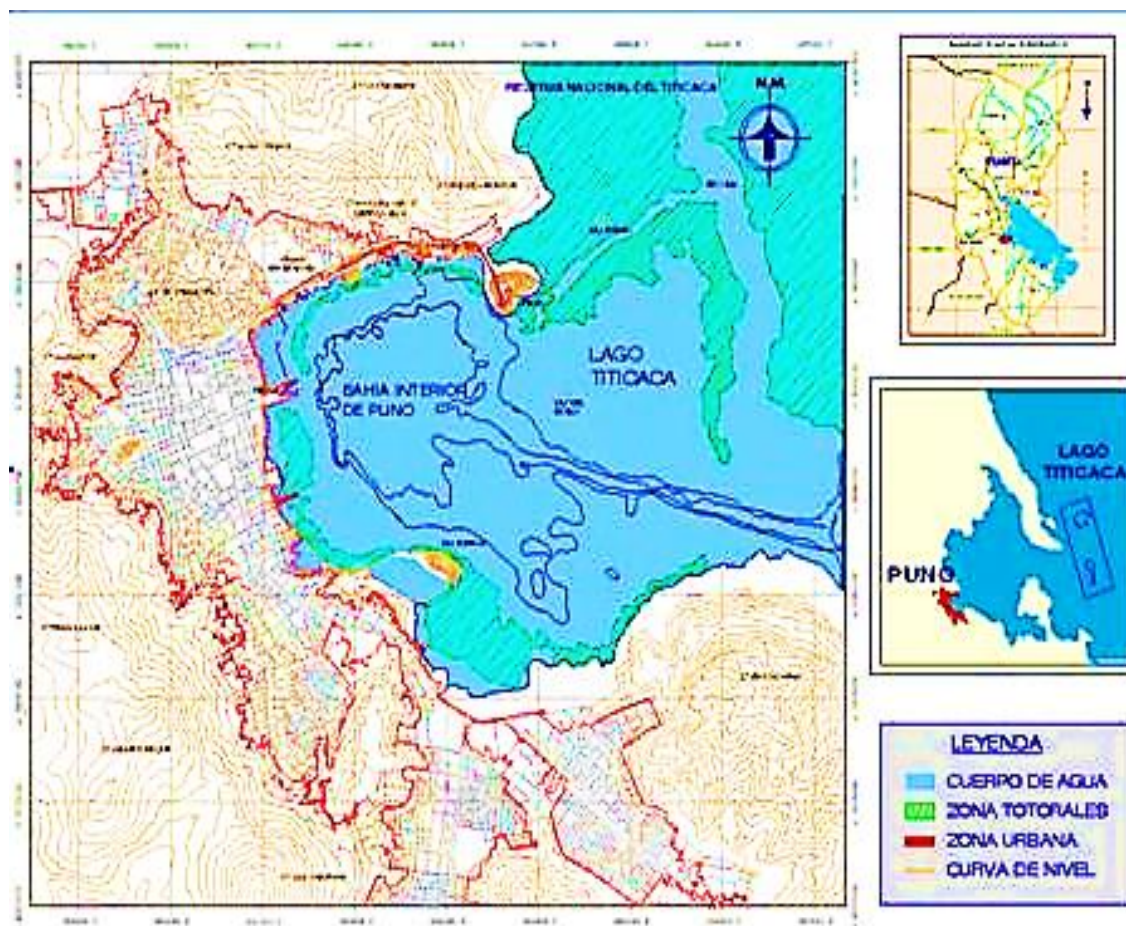


Fuente: Elaboración Propia

3.1.2. Extensión.

El departamento de Puno, de acuerdo a los datos de INEI, tiene una extensión de 71,999.00 Km², que representa el 5.6% de la superficie nacional, incluido 14.50 Km² del área insular lacustre de islas y 4,996.28 Km² del lago perteneciente al lado peruano. Las provincias más extensas son: Carabaya (18.31%), Sandía (17.7%) y Puno (9.69%).

Figura N° 04. Ubicación de la provincia de Puno



Fuente: Plan de desarrollo concertado actualizado de la Provincia de Puno al 2021

3.2. Geografía.

3.2.1. Clima.

En general el clima de Puno se halla frío y seco, al ubicarse a orillas del lago el clima es temperado por la influencia del lago. Las precipitaciones pluviales son anuales y duran generalmente entre los meses de diciembre a abril, aunque suelen variar en ciclos anuales, originando inundaciones y sequías, generalmente las precipitaciones son menores a 700 mm.

La temperatura es muy digna, con marcadas diferencias entre los meses de junio y noviembre y con oscilaciones entre una temperatura promedio máxima de 21 °C y una mínima de -22 °C.

3.2.2. Hidrografía.

Ubicado en una zona compartida por Perú y Bolivia, este lago navegable se distingue por las grandes dimensiones que posee: una superficie aproximada de 8,490 km² y una profundidad de 280 metros.

En su orilla alberga a la capital folclórica por excelencia del Perú, la ciudad de Puno. Fundada en 1666, su población es de origen mayoritariamente Aymará, pero conservadora del legado español en sus expresiones artísticas y culturales.

3.2.3. Demografía.

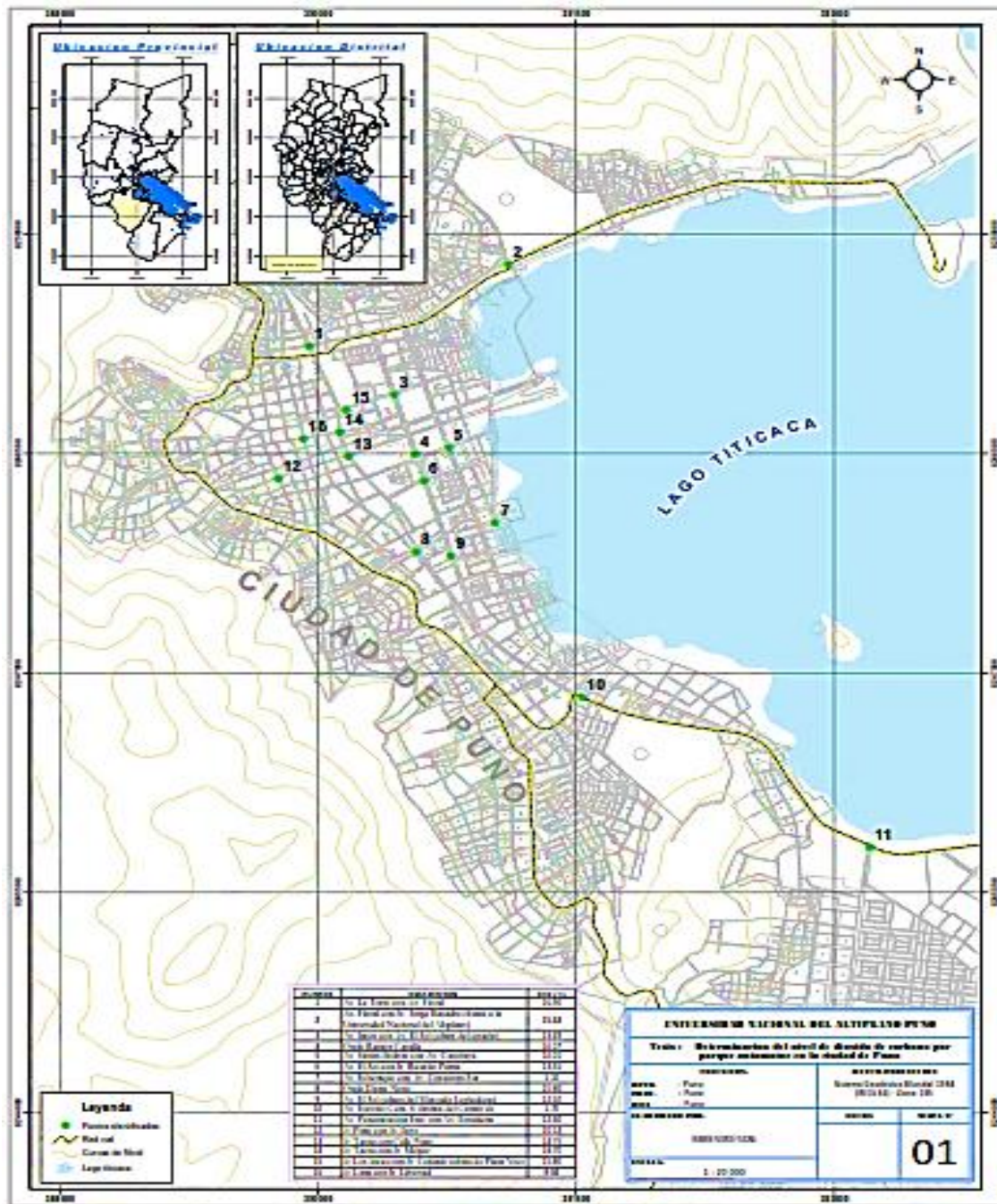
La ciudad de Puno albergaba una población de 141,064 habitantes. En la provincia de Puno el 60% de la población es urbana y el 40% es rural. La población urbana está establecida principalmente en la ciudad de Puno; estos datos muestran que la provincia de Puno continuará con el proceso de desarrollo urbano.

Cuadro N° 09. Población de la ciudad de Puno, periodo 2000 al 2015

AÑO	POBLACIÓN	AÑO	POBLACIÓN
2000	118,252	2008	131,856
2001	120,179	2009	133,218
2002	122,079	2010	134,578
2003	123,938	2011	135,933
2004	125,727	2012	137,256
2005	127,418	2013	138,548
2006	128,993	2014	139,816
2007	130,463	2015	141,064

Fuente: INEI, (2015)

Figura N° 05. Mapa de la ciudad de Puno



Fuente: Elaboración propia

3.3. Parque automotor de la ciudad de Puno

El parque automotor de la ciudad de Puno, para el presente estudio se considera según a información existente en las dependencias correspondientes como son: Según Registro

Público de Vehículos de Puno, el parque automotor matriculado o registrado en Puno se puede observar en el cuadro N° 10.

Cuadro N° 10. Parque vehicular estimado, según departamento: 2007-2016

Departamento	2009	2010	2011	2012	2013 ^R	2014	2015 ^{P/}	2016
TOTAL	1 732 834	1 849 690	1 979 865	2 137 837	2 287 875	2 423 696	2 544 133	2 661 719
Arequipa	98 270	106 521	118 985	134 533	149 892	164 302	176 315	187 929
Lima y Callao	1 106 444	1 195 353	1 287 454	1 395 576	1 498 037	1 590 755	1 674 145	1 752 919
Puno	31 645	34 169	37 074	40 543	43 477	45 056	46 200	47 696

R/. Cifras revisadas, reajustadas por haberse detectado mayor incremento de inscripciones vehiculares.

P/ : Estimación Preliminar.

Fuente: Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP)

Elaboración: MTC - OGPP - Oficina de Estadística

Cuadro N° 11. Parque automotor nacional estimado por clase de vehículo según departamento: 2016

Departamento	CLASE DE VEHICULO									
	TOTAL	Automovil	Station Wagon	Camionetas			Omnibus	Camión	Remolcador	Remolque Semi-Rem.
				Pick Up	Rural	Panel				
TOTAL	2 661 719	1 167 041	403 193	283 479	365 316	43 387	80 119	213 155	43 604	62 425
Arequipa	187 929	89 335	14 236	21 353	27 142	1 989	5 099	16 853	4 804	7 118
Lima */	1 752 919	807 529	284 251	163 793	236 502	31 006	50 441	116 601	29 520	33 276
Puno	47 696	8 711	8 867	4 740	14 029	3 246	2 562	4 887	297	357

Fuente: MTC - OGPP - Oficina de estadística.

Elaboración: MTC - OGPP - Oficina de estadística

Según la información de la subgerencia de transpones de la Municipalidad Provincial de Puno, el parque automotor de la ciudad de Puno está conformado por empresas de transpones de servicio urbano, interurbano, asociación de moto taxis, taxis y radio taxis, camioneros y volqueteros, que circulan en la ciudad de Puno constantemente información al 20 de Abril del 2016. El cual se tomará como la población de la investigación; el número vehículos se observa en el cuadro N° 12.

Cuadro N° 12: Cantidad de vehículos que circulan en la ciudad de Puno

N°	TIPO DE SERVICIO	CANTIDAD DE EMPRESAS	CANTIDAD DE UNIDADES VEHICULARES
1	Empresas de transporte urbano	49	986
2	Empresas de transporte interurbano	41	673
3	Empresa de taxis y radio taxis	57	2092
4	Empresa de transporte de camioneros y volqueteros	17	275
5	Asociación de moto taxis	22	1077
6	Empresas de transporte provincial, inter regional y internacional	2	58
TOTAL		188	5161

Fuente: Elaboración propia con datos de la sub gerencia de transportes de la
Municipalidad Provincial de Puno

En la ciudad de Puno el servicio de transporte urbano e interurbano de pasajeros tiene una flota de 1240 unidades vehiculares que presta servicio con una antigüedad de la flota predominante fluctúa de 15 a 20 años de antigüedad, que en algunos casos superan los 22 años, en cuanto a la contaminación ambiental en la ciudad de Puno, el 65% lo genera el transporte urbano. Asimismo la falta de revisiones técnicas permite que tengamos un parque vehicular que supera los 22 años de antigüedad (Municipalidad provincial Puno. 2010 - 2015),

3.3.1. Zonas críticas en la circulación del parque automotor

En la ciudad de Puno existen lugares donde se puede observar bastante tráfico de vehículos motorizados, como también es necesario considerar zonas o lugares estratégicos de que pueden causar molestias a las personas, por lo que son los sitios en la que se deberían tomar muestras, pero por razones de limitaciones de fuerza mayor como es el caso de que no existe apoyo con fluido eléctrico por parte de la población o vecinos de estos lugares, así mismo la congestión de circulación vehicular, el tiempo con se demora el monitoreo y la disponibilidad de tiempo de equipos para el monitoreo, su alto costo y siendo los únicos, han hecho que el monitoreo se realice en zonas estratégicas, con los que se realiza el estudio correspondiente, entonces estos lugares

son las intersecciones de cierras calles específicas y estratégicamente ubicados las que se ha considerado como zonas críticas las siguientes: Av. La Torre con Av. Floral llegando al mercado central, Jr. Tacna con Jr. Melgar llegando al mercado central, Ovalo Ramón Castilla a una cuadra del mercado unión y dignidad, Av. El Sol Frente al mercado Laykakota, Av. Panamericana Este con Av. Estudiante a la salida de ciudad de Puno, Jr. Los Incas con Jr. Cahuide frente a plaza vea.

Es preciso también considerar las horas punta de tráfico de vehículos automotores es decir que en este lapso de Tiempo del día hay mayor grado de circulación vehicular y peatonal, las mismas que se han considerado como horas punta de: 7:00 a.m. a 9:00 a.m. 12:00 m. a 2:00 p.m. y 6:00 p.m. a 8:00 p.m.

3.3.2. Paraderos de rutas de transporte público

Actualmente los paraderos iniciales y finales se encuentran ubicados y concentrados dentro del casco urbano de la ciudad de Puno y son usados como zona de estacionamiento o parqueo de la flota vehicular (se estacionan en la vía pública), los cuales generan desorden en el transporte y aglutinamiento de pasajeros provocándose la inseguridad vial y posibles accidentes de tránsito en dicho lugares. Dichos casos se describe en el Ovalo R. Castilla, Jr. Arequipa, Jr. Tacna, Jr. Moquegua, Av. El Sol, Av. Simón Bolívar, Av. Laykakota, Av. La Torre, Jr., Cahuide, por citar algunos, entre otros. Degradando el Ornato de la ciudad, existiendo reclamo de los vecinos residentes en la zona.

Los Operadores de transportes mayormente no cuentan con una zona o local para el estacionamiento de sus unidades vehiculares, se estacionan en la vía pública, asimismo, existen estacionamientos informales del servicio de transporte interprovincial en la Ovalo Micaela Bastidas, Av. El Sol, Jr. 01 de Mayo que reducen la capacidad vial y generan el desorden del transporte y afecta el normal desplazamiento de los vehículos, debido a la falta de un Terminal Terrestre oportuno para la ciudad. (Municipalidad provincial Puno. 2010 - 2015).

3.4. Determinación del tamaño de la muestra

3.4.1. Población y Muestra

Población

En el trabajo de investigación la población está conformada por los vehículos motorizados que funcionan con gasolina y petróleo, los que circulan en las diferentes arterias de la ciudad de puno.

Por otra parte se tiene una referencia 5161 vehículos automotores que circulan en la ciudad de puno, que están agrupados en las diferentes empresas de servicio de transporte de pasajeros y de carga, que están registrados en la sub gerencia de transportes de la municipalidad provincial de puno (20-04-2016), que nos representa como población estimada del parque automotor.

Muestra

Como la población de la investigación es grande conformada por los vehículos automotores a gasolina y petróleo, se trabaja con una porción de la población que viene a ser la muestra que es representativa para el estudio, entonces el tamaño de la muestra está determinada por la siguiente expresión.

$$\text{Siendo } n' = \frac{S^2}{\sigma^2} \text{ sabiendo que:}$$

n' = Tamaño de la muestra

σ^2 = varianza de la población, respecto a determinadas variables.

S^2 = varianza de la muestra, la cual podrá determinarse en términos de Probabilidad como:

$$S^2 = P(1 - P)$$

p= probabilidad estimada

El cual (n') se ajusta si se conoce el tamaño de la población (N), entonces se tendrá.

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}}$$

Cuadro N° 13. Valores de Z más utilizados, según el valor de α ó σ

σ	0.10	0.05	0.01	0.001
Z	1.645	1.960	2.576	3.291

Fuente: Cálculo del tamaño de muestra (Fuentelsaz, 2004).

Cuadro N° 14. La puntuación z es la cantidad de desviaciones estándar

Nivel de confianza deseado	Puntuación z	p
80%	1.28	0.80
85%	1.44	0.85
90%	1.65	0.90
95%	1.96	0.95
99%	2.58	0.99

Fuente: Cálculo del tamaño de muestra (Fuentelsaz, 2004).

Según el cálculo y ajuste realizado el tamaño de muestra (n') será de 19 vehículos a gasolina y petróleo indistintamente, con una varianza (σ) de la población de 0.05. Con una probabilidad (p) de 0.95, y una población (N) de 5161 vehículos del parque automotor.

Ejemplo:

Datos:

$$\sigma = 0.05$$

$$P = 95\% = 0.95$$

$$N = 5161$$

Hallamos la probabilidad

Probabilidad como $S^2 = P(1 - P)$

$$S^2 = 0.95(1 - 0.95) = 0.0475$$

$$n = \frac{S^2}{\sigma^2}$$

$$n = \frac{0.0475}{0.05^2} = 19$$

$$n = \frac{19}{1 + \frac{19}{5161}} = 18.93 \approx 19 \text{ muestras}$$

3.5. Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>Variable independiente Emisión de gases producidos a través de la circulación de vehículos automotores en la ciudad de Puno</p>	<p>16 puntos de muestreo del cercado de la ciudad de Puno</p>	<p>El oxígeno (O₂)</p>	<p>Se medirá en: ✓ % volumen de O₂ con analizador de emisiones de gases modelo E-5500</p>
<p>Variable dependiente: Nivel de contaminación de dióxido de carbono por parque automotor en el cercado de la ciudad de Puno.</p>	<p>Analizador de Gases de Combustión E- 5500</p> <p>Proveyendo Analizadores de Emisiones y Gases de Combustión para calderas, quemadores, motores y otras aplicaciones de Combustión</p> <ul style="list-style-type: none"> Sistema externa para la eliminación del vapor condensado Impresora con remoto inalámbrico Medición de tiro de chimenea y presión diferencial Termómetro con dos canales Rango Automático de CO con dilución Medición de NO, Total (NO + NO₂) Configuración con hasta 5 sensores Velocidad de gases con un tubo pitot Baterías recargables Memoria interna PC Software Comunicación de Bluetooth <p>Sensores de NO_x bajos (<400ppm) con resolución de 0.1 ppm</p> <p>Comunicación inalámbrica con computadora e impresora</p> <p>Ligero, duradero, y fácil de transportar</p> <p> O₂ CO₂ CO NO NO₂ NO_x SO₂ Tiro & Tgas Tiro de Chimenea Velocidad de Gas Presión diferencial </p>	<p>✓ Gases y humos CO₂</p> <p>Monóxido de carbono CO</p> <p>- Nivel de contaminación</p> <p>✓ No significante: 1</p> <p>✓ Tolerable: 2</p> <p>✓ Significativo: 3</p>	<p>-Valores de los Niveles permisibles de emisiones (D.S.N^o 047-2001-MTC) según año de fabricación.</p> <p>-Año Fab.:% de volumen CO:</p> <p>- <1996:Max. 3.0 %</p> <p>- 1996- 2002: Max. 2.5 %</p> <p>- >2002: Max. 0.5 %</p> <p>-Según niveles permisibles</p> <p>1: composición natural</p> <p>2: <Max. Permisibles</p> <p>3: > Max. permisible</p>

Fuente: elaboración propia

3.6. Método de investigación

3.6.1. Tipo de estudio

El tipo de investigación es descriptivo correlativo, porque se profundiza en el conocimiento de la realidad, asimismo porque podremos conocer con mayor profundidad nuestro problema.

Es una investigación descriptiva, ya que se pretende describir los hechos, por tanto, está orientada al conocimiento de la realidad, asimismo porque podremos conocer con mayor profundidad nuestro problema.

3.6.2. Definición del diseño de la investigación

3.6.2.1. Evaluación del nivel de contaminación de dióxido de carbono generada por parque automotor en el cercado de la ciudad de Puno.

1. Establecimos las zonas de mayor congestión y conflicto en la ciudad del Puno se realizó una visita previa a los 16 puntos considerados.
2. Haremos un análisis cualitativo del problema a través de la visualización e inspección física en los 16 puntos del cercado de la ciudad, donde se codifico los 16 puntos del área de estudio.
3. Referenciamos las coordenadas UTM 19L - WGS 84 en los 16 puntos de monitoreo con un GPS de marca Garmin 60CS_x.
4. Describimos las fuentes de contaminación de dióxido de carbono y las características de los 16 puntos de monitoreo, las dimensiones de ésta y se identificaron las calles y sus respectivas características.
5. Realizamos la toma de datos en los 16 puntos del cercado de Puno, con el analizador industrial de emisiones de gases de combustión E- 5500, una vez que se encuentre calibrado lo ubicamos en el punto establecido para realizar el monitoreo.
6. Los horarios para la toma de datos con el analizador industrial de emisiones de gases de combustión E- 5500, en los 16 puntos por contaminación de dióxido de carbono por tráfico vehicular se realizó de la siguiente manera en cuanto a la frecuencia de lectura en cada uno de los puntos de monitoreo se realizó en dos (02) horas de 16:00 pm - 19:00 pm horas por la tarde Las mediciones se realizaron en un lapso de 5 minutos con un total de 1 repetición para el caso de contaminación fluctuante de gases.

7. Se evitarán las mediciones en condiciones meteorológicas extremas tales como lluvia, viento, y otros que puedan afectar los resultados obtenidos y al equipo. En estos casos se hará la repetición del monitoreo al día posterior.

3.6.3. Muestreo de emisión de contaminantes del aire por los vehículos automotores

El muestreo del nivel de contaminación de dióxido de carbono por parque automotor en la ciudad de Puno se ha realizado en 4 oportunidades como se puede indicar lo siguiente.

a) El primer muestreo ha sido efectuado el 15 de Abril del 2016, de la que se han obtenido 5 muestras de los vehículos que circulan en la ciudad de Puno en los 5 puntos de muestreo Como son: Av. La Torre con Av. Floral, Jr. Tacna con Jr. Melgar, Jr. Tacna con Calle Puno, Jr. Los Incas con Jr. Cahuide, Ovalo Ramón Castilla, la toma de datos se tomó desde 16:00 pm - 19:00 pm donde se ha realizado en forma conjunta entre M.Sc. German Quille Calizaya docente de la Facultad de Ingeniería Química y con apoyo de la Policía Nacional del Perú.

b) El segundo muestreo del nivel de contaminación de dióxido de carbono generada por parque automotor en la ciudad de Puno se realizó el 22 de Abril del 2016, desde 16:00 pm - 19:00 pm en donde se ha tenido apoyo incondicional del M.Sc. German Quille Calizaya docente de la facultad de Ingeniería Química y compañeros de la FIQ. Realizando 4 puntos de muestreo como son: Av. Floral con Jr. Jorge Basadre, Jr. Puno con Jr. llave, Av. El Sol con Jr. Ricardo Palma, Av. Simón Bolívar con Av. Carabaya.

c) El tercer muestreo del nivel de contaminación de dióxido de carbono generada por parque automotor en la ciudad de Puno se realizó el 10 de Mayo del 2017, desde 16:00 pm - 19:00 pm en donde se ha tenido apoyo incondicional del M.Sc. German Quille Calizaya docente de la facultad de Ingeniería Química y una compañera tesista de la Facultad de Ciencias Biológicas. Realizando 5 puntos de muestreo como son: Av. Ejército Cdra. 6, Av. El Sol, Av. Echenique con Av. Costanera Sur, Av. Panamericana Este con Av. Estudiante, Óvalo Dante Nava,

d) El cuarto muestreo del nivel de contaminación de dióxido de carbono generada por parque automotor en la ciudad de Puno se realizó el 25 de Mayo del 2017, desde 16:00 pm - 19:00 pm en donde se ha tenido apoyo incondicional del M.Sc. German Quille Calizaya docente de la facultad de Ingeniería Química y como apoyo compañeras tesista de la Facultad de Ciencias Biológicas y compañeras de FIQ, realizando 2 puntos de muestreo como son: Jr. Lima con Jr. Libertad, Av. Incas con Av. El Sol (altura del estadio)

3.6.4. Área de estudio

Tabla N° 01. Ubicación y Georeferenciación de los puntos de monitoreo.

PTO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM 19L - WGS 84	
		ESTE	NORTE
1	Av. La Torre con Av. Floral	389947	8249229
2	Av. Floral con Av. Basadre (frente a la Universidad Nacional del Altiplano)	391101	8249793
3	Av. Incas con Av. El Sol (altura del estadio)	390441	8248909
4	Ovalo Ramón Castilla	390563	8248491
5	Av. Simón Bolívar con Av. Carabaya	390758	8248540
6	Av. El Sol con Jr. Ricardo Palma	390612	8248316
7	Av. Echenique con Av. Costanera Sur	391030	8248031
8	Óvalo Dante Nava	390567	8247826
9	Av. El Sol (altura del Mercado Laykakota)	390771	8247807
10	Av. Ejército Cdra. 6 (frontis del Centro de Educación Especial)	391532	8246833
11	Av. Panamericana Este con Av. Estudiante	393204	8245817
12	Jr. Puno con Jr. Ilave	389765	8248331
13	Jr. Tacna con Calle Puno	390175	8248485

14	Jr. Tacna con Jr. Melgar	390125	8248642
15	Jr. Los Incas con Jr. Cahuide (altura de Plaza Vea)	390163	8248804
16	Jr. Lima con Jr. Libertad	389914	8248602

El monitoreo de las fuentes de contaminación provocados por los vehículos de transporte público y privado que circulan en la ciudad de Puno verificaremos las características en cada punto de monitoreo.

Tabla N° 02. Características de los puntos de muestreo de la contaminación.

PTO	DESCRIPCIÓN	FUENTES DE CONTAMINACION	CARACTERÍSTICAS
1	Av. La Torre con Av. Floral	Parque Automotor	Acera amplia y constante movimiento del parque automotor
2	Av. Floral con Jr. Jorge Basadre (frente a la Universidad Nacional del Altiplano)	Parque Automotor	Acera amplia, bastante movimiento de alumnos como del parque automotor
3	Av. Incas con Av. El Sol (altura del estadio)	Parque Automotor	Acera, constante movimiento del parque automotor
4	Ovalo Ramón Castilla	Parque Automotor	Acera y constante movimiento del parque automotor
5	Av. Simón Bolívar con Av. Carabaya	Parque Automotor	Acera y constante movimiento del parque automotor
6	Av. El Sol con Jr. Ricardo Palma	Parque Automotor	Acera y constante movimiento del parque automotor
7	Av. Echenique con Av. Costanera Sur	Parque Automotor	Acera y constante movimiento del parque automotor debido al terminal terrestre
8	Óvalo Dante Nava	Parque Automotor	Acera y constante movimiento del parque automotor
9	Av. El Sol (altura del Mercado Laykakota)	Parque Automotor	Acera, movimiento de personas debido al mercado y constante movimiento del parque automotor
10	Av. Ejército Cdra. 6 (frontis del Centro de Educación Especial)	Parque Automotor	Acera y constante movimiento del parque automotor
11	Av. Panamericana Este con Av. Estudiante	Parque Automotor	constante movimiento del parque automotor

12	Jr. Puno con Jr. Ilave	Parque Automotor	Acera y constata movimiento del parque automotor
13	Jr. Tacna con Calle Puno	Parque Automotor	Acera y constata movimiento del parque automotor
14	Jr. Tacna con Jr. Melgar	Parque Automotor	Acera y constata movimiento del parque automotor
15	Jr. Los Incas con Jr. Cahuide (altura de Plaza Vea)	Parque Automotor	Acera y constata movimiento del parque automotor
16	Jr. Lima con Jr. Libertad	Parque Automotor	Acera, movimiento de persona por ser paso peatonal y movimiento del parque automotor

Fuente: elaboración propia

3.6.5. Método estadístico

- El parámetro a considerarse utilizado en la evaluación del nivel de contaminación de dióxido de carbono generada por parque automotor en la ciudad de Puno su valor en % vol. Para ello se contará con un analizador industrial de emisiones de gases de combustión E- 5500.
- Se utilizó el método estadístico análisis de varianza (ANDEVA), cuadros y gráficos para representar los niveles de contaminación generados en cada uno de los puntos de monitoreo de la intersección de las vías en estudio, así se podrá hacer un gráficos comparativos entre las puntos que tiene mayor y menor nivel de dióxido de carbono por el parque automotor en el cercado de la ciudad de Puno.

Las variables consideradas fueron:

- ✓ Variable independiente: Oxígeno
- ✓ Variable dependiente: (% vol. CO₂ y CO)

3.7. Análisis de contaminantes del aire por emisión de gases

El análisis de las muestras se ha realizado inmediatamente al tomar la muestra de la emisión de gases de los vehículos automotores, con el analizador industrial de emisiones de gases de combustión E- 5500 para vehículos automotores a gasolina y petróleo, que son equipos sofisticados electrónicos y digitales de toma de muestras y análisis de gases, exclusivamente para la medición y análisis de emisión de contaminantes para los vehículos automotores. Y la obtención de puntos con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de marca Garmin 60CS_X.

3.7.1. Manual de operación del equipo analizador industrial de emisiones de gases de combustión E- 5500

TECLADO DEL INSTRUMENTO

Una breve explicación de los botones del instrumento:



CALIB Controles de configuración de calibración y puesta a cero de los sensores del analizador.

SETUP Controla todos los parámetros de personalización (por ejemplo, unidades de medida) para el analizador.

MEASURE Muestra los datos de medición en curso del analizador en cualquiera de dos fuentes:

A. Las pequeñas fuentes (todos los datos que se muestran simultáneamente gama más indicados, condiciones y duración de la batería).

B. Las fuentes grandes (cuatro parámetros de datos muestran simultáneamente)

POWER Enciende analizador y sistema de aire acondicionado encendido y apagado.

STORE Controle el funcionamiento del almacenamiento de datos interna del Analizador.

PRINT Ejecuta comandos de impresión para la impresora remota del analizador.

OK Utiliza con las teclas de dirección para cambiar el ajuste o navegar por Cursor. los menús.

▲ Mueva el cursor hacia arriba o incrementos de la entrada marcada por el cursor.

▼ Mueva el cursor hacia abajo o disminuye la entrada marcada por el cursor.

◀ Mueva el cursor a la izquierda.

▶ Mueva el cursor a la derecha.

Figura: N° 06. Emisiones de gases de combustión E- 5500



Fuente: E instruments

3.7.2. Funcionamiento básico del equipo

Es posible aprender el funcionamiento del instrumento rápidamente, siguiendo el procedimiento descrito debajo. Por favor, consulte otras secciones de este manual para una descripción de las características más avanzadas. El analizador de emisiones de gases modelo E-5500 consiste de los tres componentes principales siguientes

1.- La sonda y manguera de muestra, que funcionan para extraer la muestra, sentir la temperatura de la chimenea, y medir la velocidad del gas (dependiente en la opción elegida).

1. El sistema de acondicionamiento está situado dentro del compartimiento del analizador y consiste en la enfriadera termoeléctrica, desagüe automático del vapor condensado, y los filtros.

3. La sección principal del analizador que alberga todos los sensores de gases, la batería, y la tarjeta de circuitos.

Para funcionar el instrumento, siga las instrucciones descritas debajo:

1. Encienda el analizador. La bomba empezará inmediatamente y el logo de E INSTRUMENTS aparecerá. Oprima OK para realizar el auto-cero.

2. Conecte la sonda y manguera de muestra que se suministra con el analizador.


3. Si está utilizando el analizador por primera vez oprima el botón SETUP para ajustar los parámetros pertinentes (el. combustibles, unidades, etc.) a su aplicación. Una tabla de la pantalla SETUP se muestra aquí.

4. Oprima el botón MEASURE y chequee el estado de la batería.

El botón MEASURE alterna entre una pantalla pequeña y una pantalla grande. Seleccione la pantalla pequeña.

El icono de la batería está en el centro de la línea inferior de la pantalla. La condición de la batería se caracteriza por la fracción sombreada del icono.

Si el instrumento esta motorizado por el cargador de la batería, un icono pequeño del enchufe/tapón reemplazará el icono de la batería.

EFF: <u>xx.x%</u>	CO: XXXXPPM
Tg: XXXX °F	NOx: XXXXPPM
O2: xx.x%	NO: XXXXPPM
HC: xx.xx%	NO2: XXXPPM
CO2: xx.x%	SO2: XXXPPM
DFT: xx.x"	H2S: XXXPPM
LOW RANGE  12:45:00	

5. Después de asegurarse de que el analizador está extrayendo aire limpio a temperatura ambiente, oprimen el botón CALIB. El curso (color inverso) apuntara a la línea: Zero AII Sensors.

Oprima el botón OK para realizar la calibración automática del cero (autocero).

6. Al final del periodo de la calibración automática del cero (autocero), todos los sensores deben indicar un valor de cero, con la excepción de sensor del oxígeno, lo debería leer 20,9 % (la concentración de aire

3.8. Materiales e instrumentos

Cuadro N° 15. Especificaciones de los materiales y equipos utilizados

Instrumento o Material	Objetivo o variable a medir
Analizador industrial de emisiones de gases de combustión E- 5500	Medir en % vol.
Cinta métrica	Distancia (m)
Reloj de pulsera	Coordinación del tiempo
Cámara fotográfica de marca Sony Cybershot 7.2 mega pixels	Entorno urbano
Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de marca Garmin 60CS _x	Coordenadas UTM 19L - WGS 84
Equipo de Informática de marca ADVANCE, TOSHIBA Core i5	Procesamiento de datos
Software argis, auto CAD, Microsoft office	Mapas y planos
Hojas A4	Impresiones
Cuaderno y Lapiceros	Apuntar datos
Impresora	impresiones
Escáner	Escanear datos
Movilidad	Traslado de un lugar a otro

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluando el nivel de contaminación de dióxido de carbono por parque automotor de la ciudad de Puno

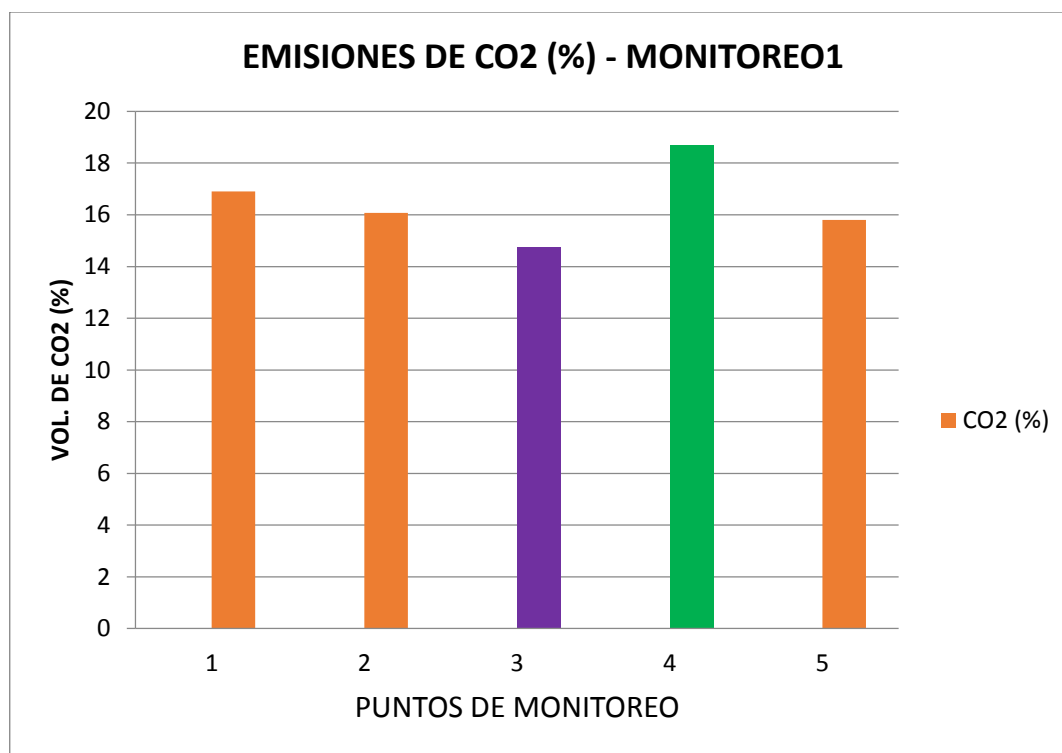
4.1.1. Monitoreo de la contaminación de dióxido de carbono

✓ Monitoreo 1

Se situó en la Av. la Torre con Av. Floral, Jr. Tacna con Jr. Melgar, Jr. Tacna con calle Puno, Jr. los Incas con Jr. Cahuide, Ovalo Ramón Castilla

Los datos se tomaron el día Viernes 15 de Abril del 2016; de la que se han obtenido 5 muestras de los vehículos que circulan en la ciudad de Puno por tráfico vehicular en los 5 puntos de muestreo se realizó en la tarde en un lapso de 5 minutos con un total de una repetición para el caso de contaminación fluctuante de gases para la toma de datos utilizaremos el analizador industrial de emisiones de gases de combustión E- 5500. A continuación se muestran gráficos de dichas mediciones.

Gráfico N° 01. Datos tomados del monitoreo 1 del nivel de contaminación de CO₂



Fuente: Elaboración propia

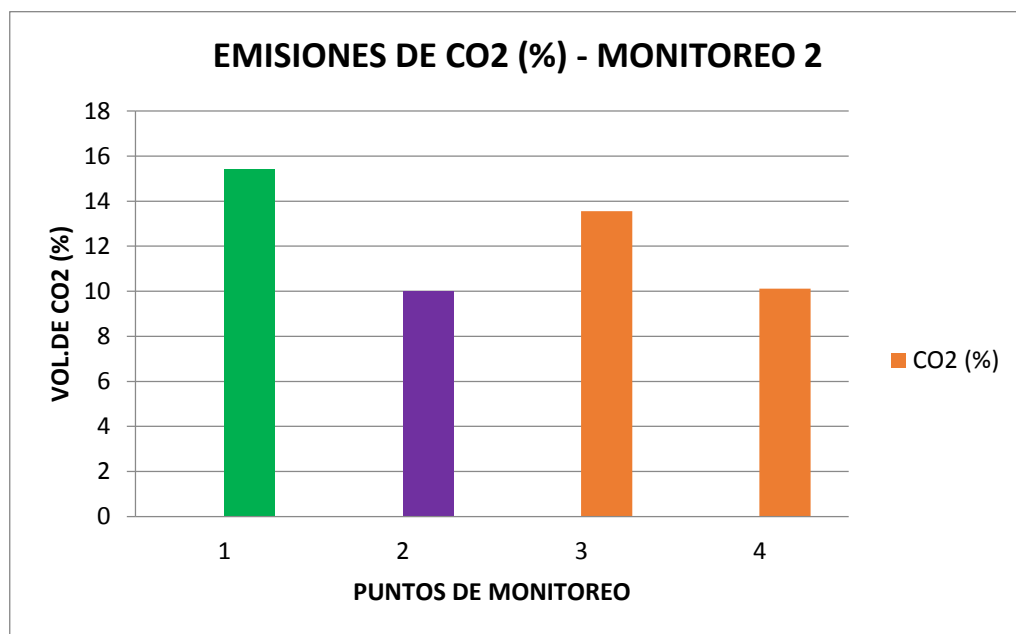
En el gráfico N° 01 en los 5 puntos de monitoreo de los vehículos que circulan en la ciudad de Puno, se observa que el punto de muestreo 4 ubicado en el Jr. Tacna con Jr. Melgar tiene el mayor % de CO₂ con un 18.70 % y el punto 3 ubicado en el Jr. Tacna con Calle Puno tiene el menor % de CO₂ con un 14.75 %.

✓ Monitoreo 2

Se situó en la Av. Floral con Jr. Jorge Basadre, Jr. Puno con Jr. Ilave, Av. El Sol con Jr. Ricardo Palma, Av. Simón Bolívar con Av. Carabaya.

Los datos se tomaron el día Viernes 22 de Abril del 2016; de la que se han obtenido 4 muestras de los vehículos que circulan en la ciudad de Puno por tráfico vehicular en los 4 puntos de muestreo se realizó en la tarde en un lapso de 5 minutos con un total de una repetición para el caso de contaminación fluctuante de gases para la toma de datos utilizaremos el analizador industrial de emisiones de gases de combustión E- 5500. A continuación se muestran gráficos de dichas mediciones.

Gráfico N° 02. Datos tomados del monitoreo 2 del nivel de contaminación de CO₂



Fuente: Elaboración propia

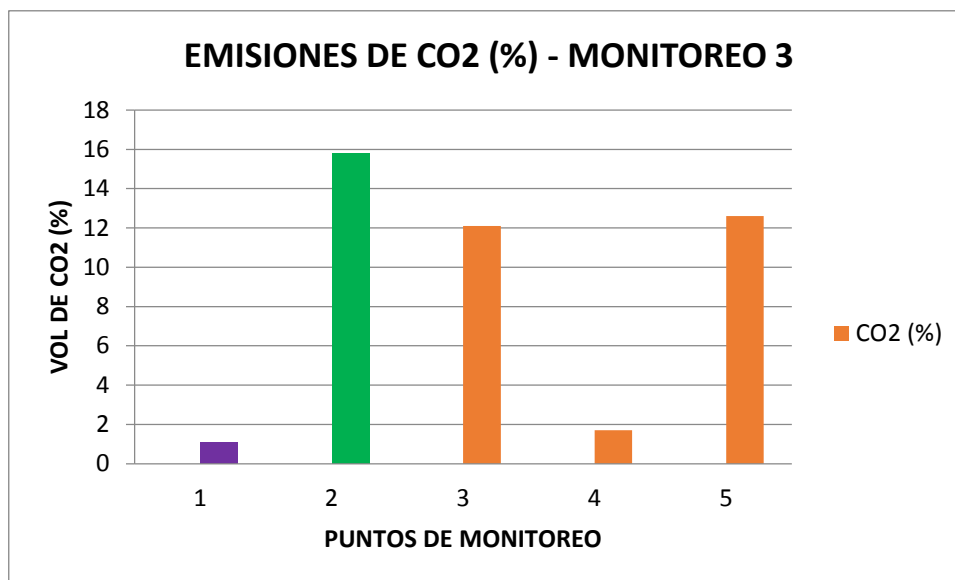
En el gráfico N° 02 en los 4 puntos de monitoreo de los vehículos que circulan en la ciudad de Puno en donde el punto de muestreo 1 ubicado en la Av. Floral con Jr. Jorge Basadre tiene el mayor % de CO₂ con un 15.44 % y el punto 2 ubicado en la Av. Simón Bolívar con Av. Carabaya tiene el menor % de CO₂ con un 10.01 %.

✓ Monitoreo 3

Se sitió en la Av. Ejército Cdra. 6 (frontis del centro de educación especial), Av. El Sol (altura del mercado laykakota), Av. Echenique con Av. Costanera Sur, Av. Panamericana Este con Av. Estudiante, Óvalo Dante Nava.

Los datos se tomaron el día Miércoles 10 de mayo 2017; de la que se han obtenido 5 muestras de los vehículos que circulan en la ciudad de Puno por tráfico vehicular en los 5 puntos de muestreo se obtuvo en la tarde en un lapso de 5 minutos con un total de una repetición para el caso de contaminación fluctuante de gases para la toma de datos utilizaremos el analizador industrial de emisiones de gases de combustión E- 5500. A continuación se muestran gráficos de dichas mediciones.

Gráfico N° 03. Datos tomados del monitoreo 3 del nivel de contaminación de CO₂



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 03 en los 5 puntos de monitoreo de los vehículos que circulan en la ciudad de Puno en donde el punto de muestreo 2 ubicado en el Óvalo Dante Nava tiene el mayor % de CO₂ con un 15.80 % y el punto 1 ubicado en la Av. Echenique con Av. Costanera Sur tiene el menor % de CO₂ con un 1.1 %.

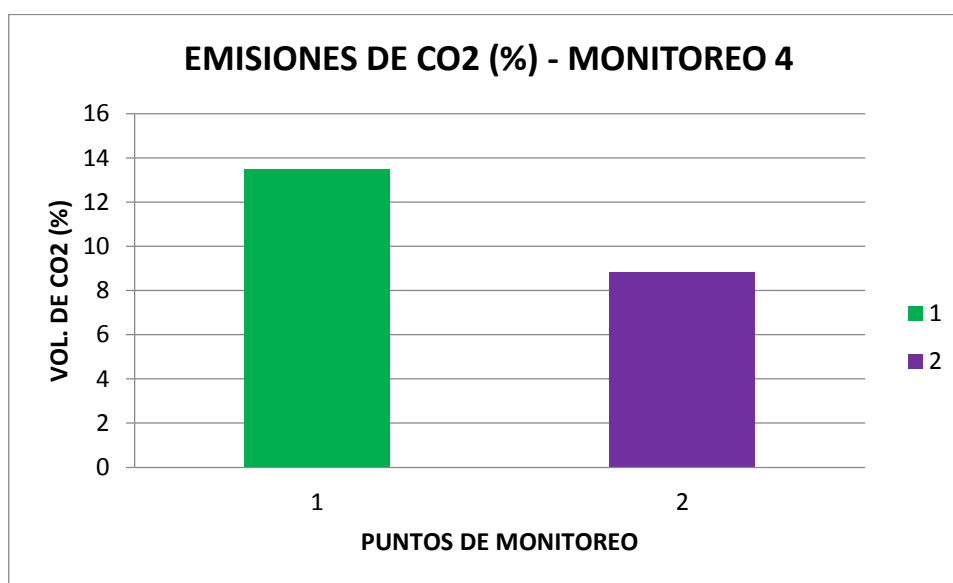
✓ Monitoreo 4

Se sitió en el Jr. Lima con Jr. Libertad, Av. Incas con Av. El Sol (altura del estadio)

Los datos se tomaron el día Jueves 25 de mayo 2017; de la que se han obtenido 2 muestras de los vehículos que circulan en la ciudad de Puno por tráfico vehicular en los

2 puntos de muestreo se realizó en la tarde en un lapso de 5 minutos con un total de una repetición para el caso de contaminación fluctuante de gases para la toma de datos utilizaremos el analizador industrial de emisiones de gases de combustión E- 5500. A continuación se muestran gráficos de dichas mediciones.

Gráfico N° 04. Datos tomados del monitoreo 4 del nivel de contaminación de CO₂



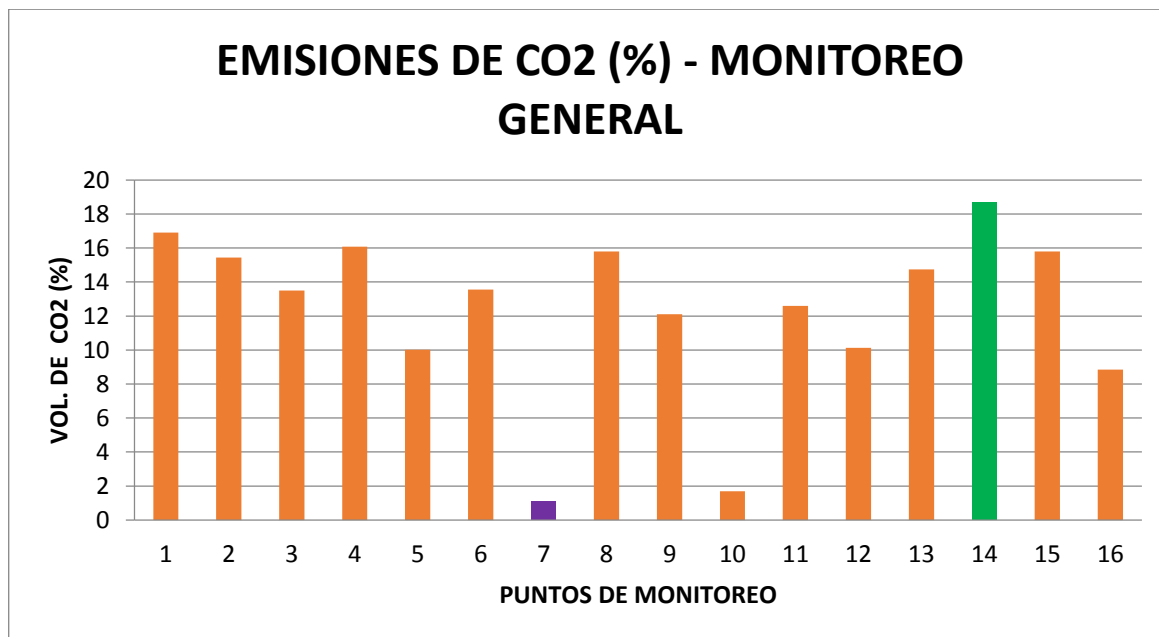
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 04 en los 2 puntos de monitoreo de los vehículos que circulan en la ciudad de Puno en donde el punto de muestreo 1 ubicado en la Av. Incas con Av. El Sol tiene el mayor % de CO₂ con un 13.49 % y el punto 2 ubicado en el Jr. Lima con Jr. Libertad tiene el menor % de CO₂ con un 8.84 %.

✓ Monitoreo general

Se realizó los 16 puntos de monitoreo de los vehículos que circulan en la ciudad de Puno por el tráfico vehicular se realizó en horas de la tarde por un lapso de 5 minutos con un total de una repetición para el caso de contaminación fluctuante de gases para la toma de datos utilizaremos el analizador industrial de emisiones de gases de combustión E- 5500.

Gráfico N° 05. Datos tomados del monitoreo general del nivel de contaminación CO₂



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 05 se observa que los 16 puntos de monitoreo general de los vehículos que circulan en la ciudad de Puno en donde el punto de muestreo 14 ubicado en el Jr. Tacna con Jr. Melgar tiene el mayor % de CO₂ con un 18.70 % y el punto 7 ubicado en la Av. Echenique con Av. Costanera Sur tiene el menor % de CO₂ con un 1.10 %.

4.1.2. Volumen de emisiones por parque automotor en la ciudad de Puno

El parque automotor de la ciudad de Puno emite gases según el combustible usado ya sea de gasolina, petróleo y combustible de procedencia Boliviana. Por lo que en el presente trabajo de monitoreo de gases se ha realizado utilizando el equipo analizador industrial de emisiones de gases de combustión E- 5500. Que es el equipo analizador de gases para vehículos automotores a gasolina, petróleo, etc. Con el que se ha obtenido los porcentajes en volumen de dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), y oxígeno (O₂).

Realizaremos una clasificación de nuestros puntos de monitoreo según el año y la marca de cada vehículo que circulan en nuestra ciudad, se observa que están circulando vehículos desde el año 1998 hasta la actualidad.

Tabla N° 03. Monitoreo de los puntos de muestreo de la contaminación de CO₂

Pto	DESCRIPCION	FECHA	MARCA	AÑO	CO ₂ (%)	CO (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)
1	Av. La Torre con Av. Floral	15/04/2016	Toyota taxi	2005	16.90	758	0.0758	20.70
2	Av. Floral con Jr. Jorge Basadre (frente a la Universidad Nacional del Altiplano)	22/04/2016	S. Wagon	1999	15.44	242	0.0242	20.77
3	Av. Incas con Av. El Sol (altura del estadio)	25/05/2017	Camioneta Toyota	2010	13.49	663	0.0663	20.35
4	Ovalo Ramón Castilla	15/04/2016	S. Wagon	2004	16.07	987	0.0987	20.93
5	Av. Simón Bolívar con Av. Carabaya	22/04/2016	Combi Nissan	2007	10.01	100	0.01	20.75
6	Av. El Sol con Jr. Ricardo Palma	22/04/2016	Auto Nissan	2002	13.55	350	0.035	19.89
7	Av. Echenique con Av. Costanera Sur	10/05/2017	Cherry	2012	1.10	569	0.0569	20.36
8	Óvalo Dante Nava	10/05/2017	Hyundai	2005	15.80	780	0.078	20.30
9	Av. El Sol (altura del Mercado Laykakota)	10/05/2017	Susuki	2005	12.10	1088	0.1088	20.00
10	Av. Ejército Cdra. 6 (frontis del Centro de Educación Especial)	10/05/2017	Hyundai	2000	1.70	200	0.02	20.60
11	Av. Panamericana Este con Av. Estudiante	10/05/2017	Voldsbagen	2007	12.60	283	0.0283	19.90
12	Jr. Puno con Jr. Ilave	22/04/2016	Auto	1999	10.12	103	0.0103	20.85
13	Jr. Tacna con Calle Puno	15/04/2016	Auto	1998	14.75	431	0.0431	20.39
14	Jr. Tacna con Jr. Melgar	15/04/2016	Hyundai	2015	18.70	865	0.0865	20.40
15	Jr. Los Incas con Jr. Cahuide (altura de Plaza Vea)	15/04/2016	Camioneta Toyota	2012	15.80	733	0.0733	20.75
16	Jr. Lima con Jr. Libertad	25/05/2017	Camioneta Hilux	2013	8.84	460	0.046	20.94

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Volumen de dióxido de carbono (CO₂)

Se realizó comparaciones de porcentaje en volumen de la emisión de gases de dióxido de carbono (CO₂), emanados por el parque automotor de la ciudad de Puno se observan en el cuadro N° 16 y en el gráfico N° 06.

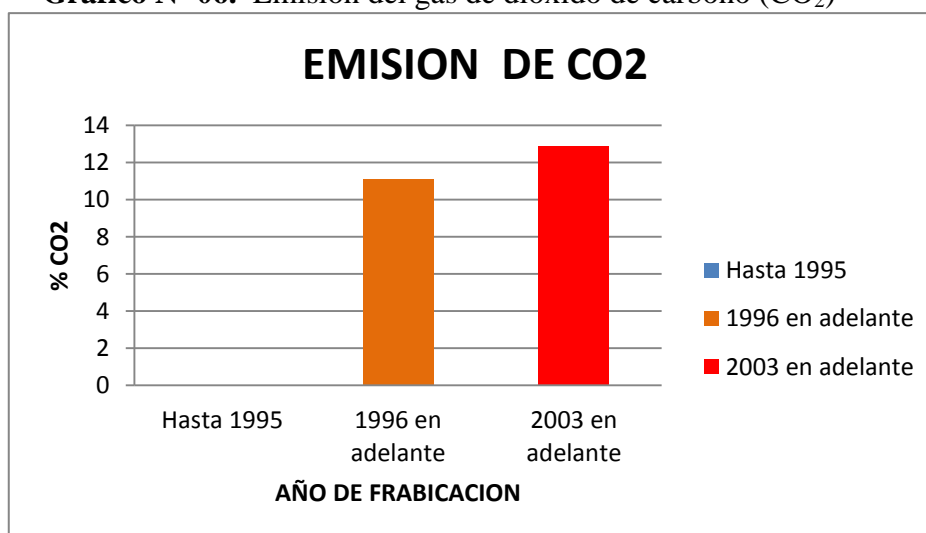
Cuadro N° 16. Volumen de la emisión de dióxido de carbono (CO₂) en %.

AÑO DE FABRICACIÓN	PROMEDIO DE CO ₂ %	Nº DE VEHICULOS	L.M.P. (DS 047-2001- MTC)
Hasta 1995	0	0	---
1996 en adelante	11.11	5	---
2003 en adelante	12.86	11	---
TOTAL	X= 11.99	N=16	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 16 y el gráfico N° 06 se detalla que el volumen de la emisión de dióxido de carbono (CO₂) en % de volumen en donde el año de fabricación de 1996 en adelante tiene un número de 5 vehículos que tiene un promedio de 11.11 % de CO₂ y del año 2003 en adelante tiene un número de 11 vehículos que tiene un promedio de 12.86 % de CO₂ esto indica que los vehículos de los años 1996 al 2003 generan mayor contaminación de CO₂ con respecto a los vehículos de los años 2003 en adelante que generan menor contaminación de CO₂.

Gráfico N° 06. Emisión del gas de dióxido de carbono (CO₂)



Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto nos da como resultado del monitoreo de los 16 puntos en donde el promedio de CO₂ es de 11.99 %, esto se debe a que los carros fabricados entre los años 1996 al 2003 en adelante se encuentran por debajo de los resultados obtenidos contribuyendo de alguna manera de CO₂ a nuestro ambiente sin embargo Marín (2007), encontró un promedio de 14.91 % esto nos indica que los vehículos de circulación de los años 1982 al 2001 si contribuyen en la emisión y contaminación del CO₂ a nuestro medio ambiente. Por otro lado se encontró el valor mínimo ubicado en el punto 7 en Av. Echenique con Av Costanera sur con 1.10 %, esto se debe que poca presencia de vehículos que circulan por dicho punto, por otro lado el punto máximo ubicado en el punto 14 en Jr. Tacna con Jr Melgar con 18.70 %, esto se debe a que en ese punto hay presencia de semáforos y congestionamiento de unidades vehiculares así mismo Solís y Sheinbaum (2016) en México encontró un valor de 39 % de emisiones de CO₂ como valor máximo, esto se debe a que existe demasiada carga vehicular y produce mayor contaminación en el ambiente, haciendo una comparación con nuestra ciudad aún no tenemos mucha contaminación de CO₂ en el ambiente. Por otro Ballester *et. al.* (1999), Se estima que el transporte es responsable del 28% de las emisiones de CO₂ (Dióxido de Carbono) principal causante del efecto invernadero, Asimismo la Defensoría Del Pueblo, (2009), menciona que el transporte es un 22% de la actual concentración de CO₂ en la atmósfera. Sin embargo en los resultados se encontraron en un 18.70 % de alguna manera aun todavía no se siente la contaminación por CO₂.

4.1.4. Volumen de monóxido de carbono (CO)

El porcentaje en volumen de emisión de monóxido de carbono (CO). Emanados por el parque automotor de la ciudad de Puno se observan en el cuadro N° 17 y el gráfico N° 07.

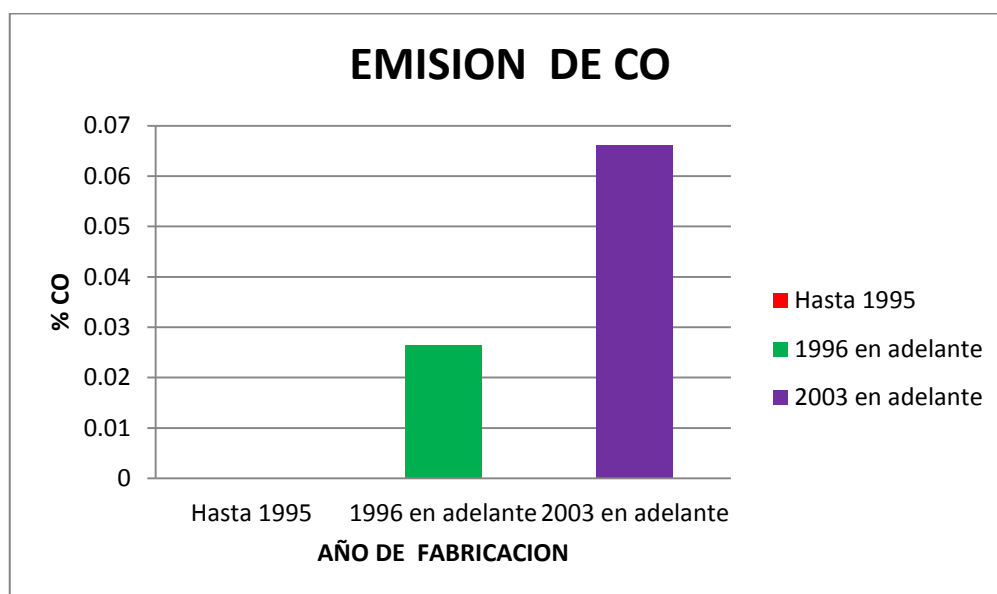
Cuadro N° 17. Volumen de emisión de monóxido de carbono (CO) en %.

AÑO DE FABRICACIÓN	PROMEDIO DE CO	N DE VEHICULOS	L.M.P.(DS 047-2001- MTC)
Hasta 1995	0	0	3
1996 en adelante	0.0265	5	2.5
2003 en adelante	0.0662	11	0.5
TOTAL	X=0.047	N= 16	

Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro N° 17 y el gráfico N° 07 se detalla que el volumen de la emisión de monóxido de carbono (CO) en volumen de % en donde el año de fabricación de 1996 en adelante tiene un número de 5 vehículos que tiene un promedio de 0.0265% de CO y del 2003 en adelante tiene un número de 11 vehículos que tiene un promedio de 0.0662 % de CO esto indica que los vehículos de los años 1996 al 2003 generan menor contaminación de CO con respecto a los vehículos de los años 2003 en adelante que generan mayor contaminación de CO.

Gráfico N° 07. Emisión del gas de monóxido de carbono (CO)



Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto nos da como resultado del monitoreo de los 16 puntos en donde el promedio de CO según el año de fabricación de 1996 al 2003 el promedio de la concentración de CO fue de 0.047 %, esto se debe a que los vehículos actuales presentan filtros en el tubo de escape, sin embargo Marín (2007) en el año 1996 al 2003 en adelante con un promedio de 2.57 %, esto nos indica que los vehículos antiguos de circulación contribuyen en la contaminación del CO a nuestro medio ambiente. Por otro lado Valencia *et. al.*₂ (2015). Encontró un valor de 0.025 % en Colombia debido a la renovación de su parque automotor.

Según Decreto Supremo N° 047- 2001-MTC que establece los Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos que circulen en la red vial.

VEHÍCULOS MAYORES A GASOLINA, GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL (livianos, medianos y pesados)			
Año de Fabricación	CO % de Volumen	HC (ppm)	CO + CO ₂ (%)
Hasta 1995	3.0	400	10
1996 en adelante	2.5	300	10
2003 en adelante	0.5	100	12

Así mismo el nivel de contaminación de CO generado por el transporte vehicular en la ciudad de Puno comparados con los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo N° 047- 2001-MTC, menciona según el año de fabricación hasta el año 1996 en adelante presenta un valor de 0.0265% siendo inferior a los valores de los LMP de CO que es de 2.5 %, esto se debe a que no existe contaminación de CO en el ambiente por otro lado del 2003 en adelante se encontró el valor de 0.0662 % comparado con los LMP que es de 0.5 % volviendo a ser un valor inferior de emisiones de CO encontrados en el trabajo de investigación.

4.1.5. Volumen de monóxido de carbono más dióxido de carbono (CO+CO₂)

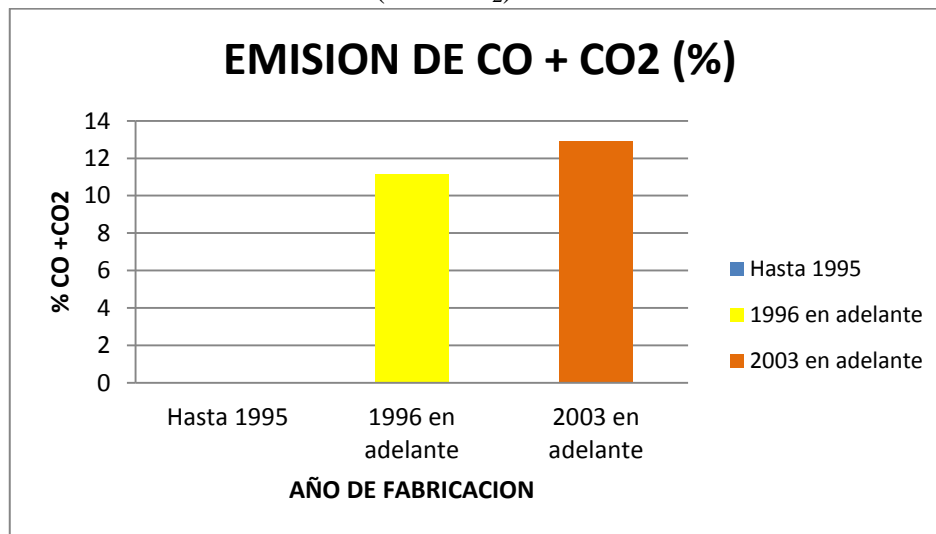
El porcentaje de volumen de emisión de monóxido de carbono más dióxido de carbono (CO+CO₂), emanados por el parque automotor de la ciudad de Puno se observan en el cuadro N° 18 y en el gráfico N° 08.

Cuadro N° 18. Volumen de emisión de monóxido de carbono más dióxido de carbono

AÑO DE FABRICACIÓN	PROMEDIO DE CO + CO ₂ (%)	N° DE VEHICULOS	L.M.P. MINIMO (DS 047- 2001-MTC)
Hasta 1995	0	0	10
1996 en adelante	11.14	5	10
2003 en adelante	12.92	11	12
TOTAL	X= 12.03	N= 16	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 08. Emisión de gases monóxido de carbono más dióxido de carbono (CO+CO₂)



Fuente: Elaboración Propia

Se encontró en el monitoreo de los 16 puntos en donde el promedio de CO + CO₂ es de 12.03 %, esto se debe a que en la ciudad de puno no hay presencia de contaminación de ambos gases producidos por el parque automotor, sin embargo Marín (2007) encontró un valor promedio de 17.49 % esto nos indica que está por encima del límite mínimo permisible en la emisión de CO+CO₂ a su vez está dentro de lo tolerable, al contrastar con el Decreto Supremo N° 047- 2001-MTC es decir no contaminan con la suma de estos dos gases.

Según el Decreto Supremo N° 047- 2001-MTC que establece los Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial donde.

VEHÍCULOS MAYORES A GASOLINA, GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL (livianos, medianos y pesados)			
Año de Fabricación	CO % de Volumen	HC (ppm)	CO + CO2 (%) Mínimo
Hasta 1995	3.0	400	10
1996 en adelante	2.5	300	10
2003 en adelante	0.5	100	12

Encontramos los resultados obtenidos de los vehículos de los años de 1996 en adelante tiene un promedio de 11.14 % y los vehículos del 2003 en adelante tiene un promedio de 12.92%, esto indica que está por encima del límite mínimo permisible, así mismo

presenta un promedio de 12.36 %, esto nos indica que nos muestra que está por encima del límite mínimo permisible en la emisión de CO+CO₂ que está dentro de lo tolerable, al contrastar con el Decreto Supremo N° 047- 2001-MTC es decir no contaminan con la suma de estos dos gases.

Tabla N° 04. Promedio de la contaminación del CO₂ de los puntos de monitoreo

Pto.	DESCRIPCION	MARCA	CO ₂ (%)	CO (ppm)	CO (%)	O ₂ (%)	CO+CO ₂ (%)
1	Av. La Torre con Av. Floral	Toyota taxi	16.9	758	0.0758	20.70	16.9758
2	Av. Floral con Jr. Jorge Basadre (frente a la Universidad Nacional del Altiplano)	S. Wagon	15.44	242	0.0242	20.77	15.4642
3	Av. Incas con Av. El Sol (altura del estadio)	Camioneta Toyota	13.49	663	0.0663	20.35	13.5563
4	Ovalo Ramón Castilla	S. Wagon	16.07	987	0.0987	20.93	16.1687
5	Av. Simón Bolívar con Av. Carabaya	Combi Nissan	10.01	100	0.01	20.75	10.02
6	Av. El Sol con Jr. Ricardo Palma	Auto Nissan	13.55	350	0.035	19.89	13.585
7	Av. Echenique con Av. Costanera Sur	Cherry	1.10	569	0.0569	20.36	1.1569
8	Óvalo Dante Nava	Hyundai	15.80	780	0.078	20.30	15.878
9	Av. El Sol (altura del Mercado Laykakota)	Susuki	12.10	1088	0.1088	20.00	12.2088
10	Av. Ejército Cdra. 6 (frontis del Centro de Educación Especial)	Hyundai	1.70	200	0.02	20.60	1.72
11	Av. Panamericana Este con Av. Estudiante	Voldsbagen	12.60	283	0.0283	19.90	12.6283
12	Jr. Puno con Jr. Ilave	Auto	10.12	103	0.0103	20.85	10.1303
13	Jr. Tacna con Calle Puno	Auto	14.75	431	0.0431	20.39	14.7931
14	Jr. Tacna con Jr. Melgar	Hyundai	18.70	865	0.0865	20.40	18.7865

15	Jr. Los Incas con Jr.Cahuide (altura de Plaza Vea)	Camioneta Toyota	15.80	733	0.0733	20.75	15.8733
16	Jr. Lima con Jr. Libertad	Camioneta Hilux	8.84	460	0.046	20.94	8.886

Fuente: Elaboración Propia

➤ En el recuadro sombreado de color verde pertenecen a las zonas residenciales y los recuadros sombreados de color blanco son zonas no residenciales.

➤ El rango de los niveles de contaminación de % CO₂ obtenidos durante el monitoreo en los 16 puntos se encontró en el punto 7 en Av. Echenique con Av. Costanera Sur de 1.10 % al punto 14 Jr. Tacna con Jr. Melgar 18.70 % de CO₂.

➤ El valor máximo encontrado en la zona no residencial fue de 18.70 % en Jr. Tacna con Jr. Melgar esto se debe a que hay mayor concentración y flujo de unidades de transporte y el valor mínimo fue de 1.10 % en Av. Echenique con Av. Costanera Sur, esto se debe a la poca circulación del parque automotor, mientras que el valor máximo encontrado en la zona residencial fue de 16.9 % en Av. La Torre con Av. Floral, esto se debe a que hay movimiento constante de vehículos debido a que es la salida hacia la zona norte y el valor mínimo fue de 1.70 % en Av. Ejército Cdra. 6 (frontis del Centro de Educación Especial) esto se debe al poco fluido de vehículos en dicho punto de monitoreo.

4.2. Determinando la relación de emisión de gases CO₂ con respecto al O₂, CO con respecto al O₂, CO₂ con respecto al CO. Por los vehículos automotores que circulan en la ciudad de Puno.

4.2.1. Método estadístico de análisis de varianza (ANDEVA)

Relación CO₂ con respecto al O₂

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R²Aj</u>	<u>CV</u>
CO ₂	16	0.96	0.34	33.26

La relación es altamente significativa, de donde tenemos un R² de 0.96 lo que significa que un aproximado del 96 % de los cambio en relación al CO₂ de los datos registrados por la tarde en los 16 puntos de monitoreo en la ciudad de Puno.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

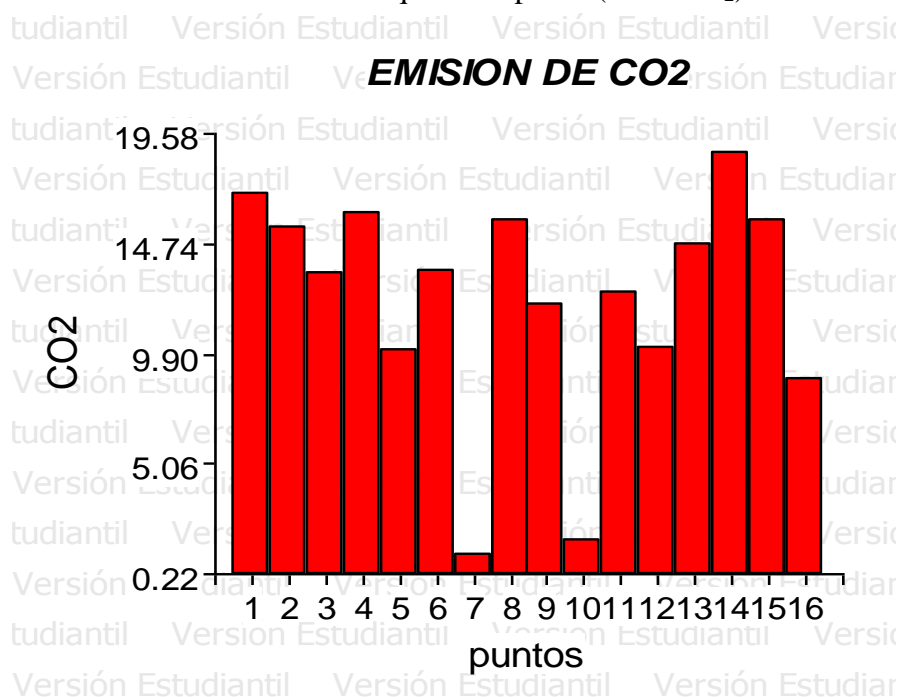
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	362.81	14	25.91	1.55	0.5653
O ₂	362.81	14	25.91	1.55	0.5653
Error	16.76	1	16.76		
Total	379.57	15			

Según la prueba de hipótesis de la distribución F en el análisis ANDEVA, la $F_c < F_t$ (2.403), esto determina que no existe influencia significativa de los cambios de los valores de CO₂ con respecto al O₂ encontrados en el horario de la tarde porque tenemos un valor de significancia igual a $0.005 = 0.5\%$ mucho menor a un error del $0.05 = 5\%$. Nos da como resultado que el **p-valor es de 0.5653**, mayor a 0.05, por lo tanto se manifiesta que no hay contaminación, se dice que no existe relación del CO₂ con respecto al O₂ generado por el parque automotor en la ciudad de Puno.

De los 16 puntos monitoreados se detalla lo siguiente:

- Ningún punto, (0%) es menor de 1.1 %
- Quince puntos (93.5 % del total), son menores de 18 %
- Un punto (6.25%), es mayor de 18 %

Grafico N° 09. Puntos que sobrepasan (% de CO₂)



Análisis de varianza para la relación de CO con respecto al O₂

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
CO	16	0.86	0.00	83.16

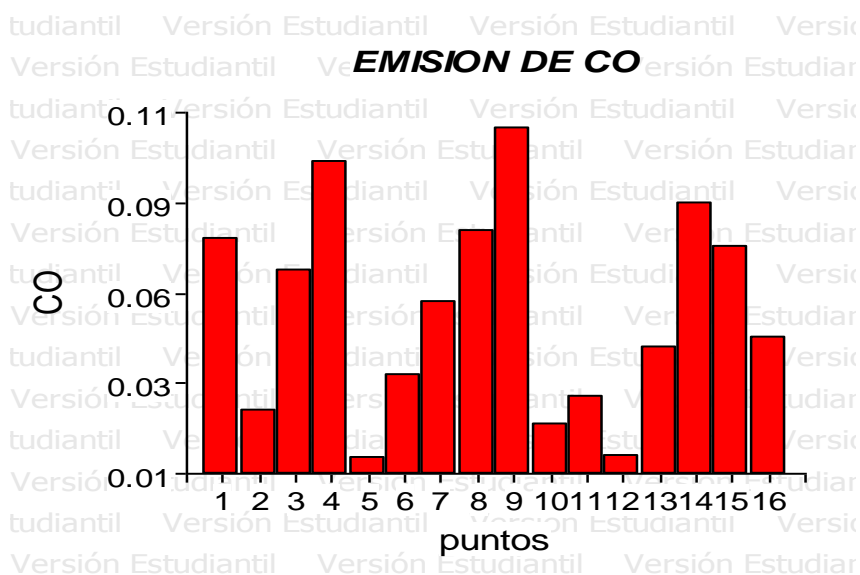
La relación es altamente significativa, de donde tenemos un R² de 0.86 lo que significa que un aproximado del 86 % de los cambio en relación al CO de los datos registrados por la tarde en los 16 puntos de monitoreo en la ciudad de Puno.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	0.01	14	9.1E-04	0.45	0.8401
O ₂	0.01	14	9.1E-04	0.45	0.8401
Error	2.0E-03	1	2.0E-03		
Total	0.01	15			

Según la prueba de hipótesis de la distribución F en el análisis ANDEVA, la $F_c < F_t$ (2.403), esto determina que no existe influencia significativa de los cambios de los valores de CO con respecto al O₂ encontrados en el horario dela tarde porque tenemos un valor de significancia igual a 0.005= 0.5% mucho menor a un error del 0.05 = 5 %. Nos da como resultado que el **p- valor es de 0.8401**, mayor a 0.05, por lo tanto se manifiesta que no hay contaminación, se dice que no existe relación del CO con respecto al O₂ generado por el parque automotor en la ciudad de Puno.

Grafico N° 10. Puntos que sobrepasan (% de CO)



Análisis de varianza para la relación de CO₂ con respecto al CO

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
CO2	16	0.74	0.22	36.03

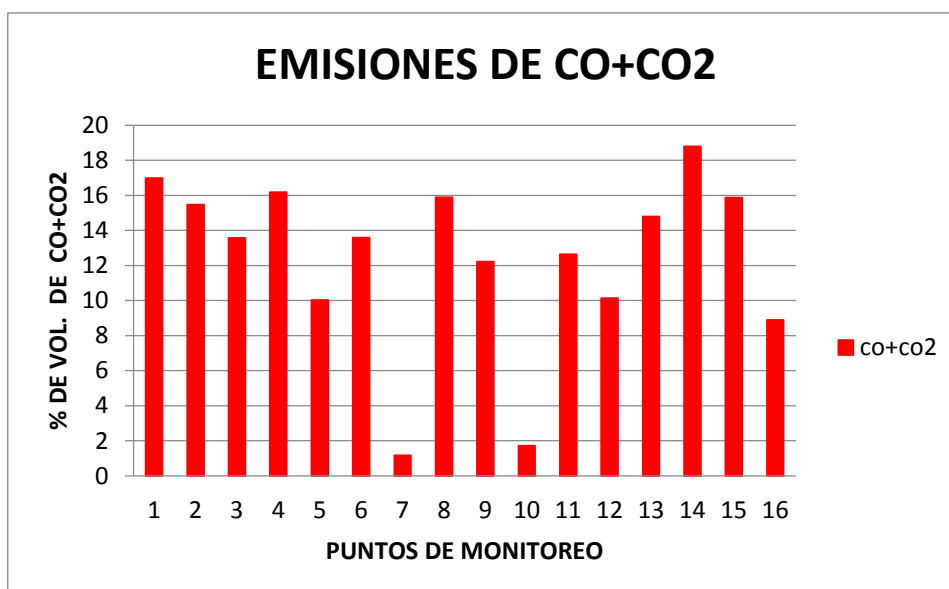
La relación es altamente significativa, de donde tenemos un R² de 0.74 lo que significa que un aproximado del 74 % de los cambio en relación de CO+ CO₂ de los datos registrados por la tarde en los 16 puntos de monitoreo en la ciudad de Puno.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	281.18	10	28.12	1.43	0.3639
CO	281.18	10	28.12	1.43	0.3639
Error	98.39	5	19.68		
<u>Total</u>	<u>379.57</u>	<u>15</u>			

Según la prueba de hipótesis de la distribución F en el análisis ANDEVA, la $F_c < F_t$ (2.403), esto determina que no existe influencia significativa de los cambios de los valores de CO con respecto al O₂ encontrados en el horario dela tarde porque tenemos un valor de significancia igual a 0.005= 0.5% mucho menor a un error del 0.05 = 5 %. Nos da como resultado que el **p- valor es de 0.3639**, mayor a 0.05, por lo tanto se manifiesta que no hay contaminación, se dice que no existe relación del CO₂ con respecto al CO generado por el parque automotor en la ciudad de Puno.

Grafico N° 11. Puntos que sobrepasan (% de CO+ CO₂)



4.3. Realización de actualizaciones de datos y mapas de monitoreo de emisión de gases (CO₂ y CO).

No existen actualizaciones de datos y mapas de monitoreo de emisión de gases de vehículos del parque automotor en la ciudad de Puno, las entidades públicas y privadas no toman el caso con seriedad ya que no se cuenta con equipos para la realización de monitoreo de los gases emitidos por el parque automotor en forma periódica, la investigación dejara una actualización de 16 puntos de resultados monitoreo de emisión de gases en la ciudad de Puno y realizara la elaboración de mapas de ubicación de los puntos y los mayores niveles de gases emitidos (CO₂ y CO) por el parque automotor de vehículos que circulan en la ciudad de Puno ver anexos.

En los datos se obtendrá los resultados en % de volumen que se realizó con la toma directa con el analizador industrial de emisiones de gases de combustión E-5500 y se elaboraran mapas de monitoreo donde se ubicaran a los 16 puntos obtenidos en el mapa de la ciudad de Puno en donde se observaran los niveles en % de volumen en cada punto.

4.3.1. Plan de monitoreo de emisión de gases

La aplicación del plan de monitoreo de emisiones de gases, permitirá la evaluación periódica integrada y permanente de la dinámica de las variables ambientales, con el fin de proveer información precisa y actualizada para la toma de decisiones, orientadas a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente.

Este plan, se basa principalmente, en la información obtenida de la obtención de la toma de datos donde se realiza registros de cada una de las emisiones de gases en donde se utilizara el analizador industrial de emisiones de gases de combustión E - 5500. Esta información será procesada y analizada en forma mensual, trimestral o anual de acuerdo al período de recojo de información que se requiera.

Objetivo del monitoreo

Vigilar la calidad del aire y los niveles de emisión de gases en el ámbito del área de influencia del Proyecto, a fin de generar información confiable, comparable y representativa, así como evaluar el cumplimiento del Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental de Aire.

Monitoreo de emisión de gases en la etapa del post proyecto de investigación

Monitoreo de la calidad del aire

De acuerdo a las dimensiones del proyecto de investigación, éste queda definido como de escala local para la realización de monitoreos ambientales de emisiones de gases, por lo que se usarán las especificaciones para este tipo de escala señaladas por el Decreto Supremo N° 047-2001-MTC modificado por los Decretos Supremos N° 002-2003-MTC, N° 018-2003-MTC, N° 012-2005-PCM, N° 029-2005-MTC y N° 026-2006-MTC, se establecieron los Límites Máximos Permisibles de emisiones de contaminantes para vehículos motorizados que circulen en la red vial, Protocolo de monitoreo y Calidad de aire de DIGESA (Decreto Supremo N° 009-2003-SA) y el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad del Aire o ECA Aire (Decreto Supremo N° 074-2001-PCM).

En lo que respecta al protocolo, este se encuentra diseñado para proporcionar a los operadores del monitoreo de la calidad del aire los principios básicos para la operación de una red de monitoreo de la calidad del aire en exteriores, para centros poblados en sus diferentes etapas, así como la gestión de los datos.

a. Parámetros a monitorear

De acuerdo con las actividades a realizarse en la etapa de construcción (que incluyen fundamentalmente actividades generadoras por la emisión de gases emitidos por los vehículos automotores) se han seleccionado los siguientes parámetros a monitorear:

- Dióxido de Carbono
- Monóxido de Carbono
- PM10 y otros gases

Los datos meteorológicos también deben ser medidos; y en este caso, los parámetros de relevancia son: velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad.

La medición de los parámetros y calidad de aire se realizará, a través de un laboratorio en el tema de monitoreo ambiental cumpliendo con las exigencias establecidas en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad del Aire.

b. Frecuencia de muestreo

La frecuencia del monitoreo, que es el número de muestras que se tomarán en un punto determinado, de cada uno de los contaminantes, depende de los objetivos del monitoreo y de la normativa nacional que establece los periodos de evaluación (Decreto Supremo N° 047-2001-MTC).

CAPITULO V

CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones

1.- Se registró el valor máximo por la tarde de (16:00 -19:00 pm) de 18.70 % (CO₂) en el Jr. Tacna con Jr. Melgar y el valor mínimo en la tarde es de 1.10 % (CO₂) en la Av. Echenique con Av. Costanera Sur, que los valores encontrados no superan los valores encontrados por Marín (2007) provocados por el parque automotor en la ciudad de Puno.

2.- Se registró la concentración de gases provocados por el parque automotor en la ciudad de Puno, donde la relación existente de CO₂ respecto a O₂, CO respecto a O₂, CO₂ respecto a CO, no existe influencia significativa en los 16 puntos de monitoreo, ya que $F_c < F_t$ (2.403), asimismo el p-valor es mucho mayor que 0.05 del nivel de significancia, se manifiesta que no hay contaminación, se dice que no existe relación de gases generado por el parque automotor.

3.- No existe actualización de mapas y monitoreo en la ciudad de Puno respecto a los gases de CO₂ y CO.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

6.1. Recomendaciones

- Se recomienda a la Municipalidad Provincial, Gobierno Regional, la OEFA de Puno, hacer monitoreo y control parque automotor con el fin de establecer normas y ordenanzas para tener referencia de la emisión de gases producidos por los vehículos.

- Se recomienda al municipio realizar una ordenanza donde mencione que el parque automotor debe ser renovado con la finalidad de evitar la contaminación hacia el medio ambiente por la emisión de gases.

- Se recomienda a la municipalidad, gobierno regional y ONG realizar Las instituciones realizar talleres, cursos y capacitaciones sobre la contaminación del aire por la emisión de gases producidos por el parque automotor.

- Se recomienda realizar investigaciones sobre la de las emisiones de gases provocada por las pollerías y la elaboración de ladrillos artesanales que están ubicados en el centro poblado de Salcedo y otras emisiones de gases que se pueden investigar y contribuir a prevenir a nuestras autoridades en el cuidado del medio ambiente

CAPITULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

7.1. Referencias bibliográficas

- Administración de la Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA PEL). (2016), Departamento de Seguridad de WCF
- Bolaños Ll. (1998), Problemas Ambientales, Lima, INAPMAS. Ministerio de Salud.
- Ballester, f; Tenías, j; Pérez-Hoyo, S. (1999), Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud. Vol. 73.
- Carnicer J. M. (2007-2008), Módulo I: Contaminación Ambiental, Contaminación Atmosférica, Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008.
- Carranza N. R. (2004), Instituto de Investigación de Ingeniería Industrial – UNMSM, Lima ,117 Pág.
- Carranza, R. (2001), Medio Ambiente. Universidad Nacional del Callao. Perú.
- Cabrera C., Maldonado M., Arévalo W.; Pacheco R (2010), Calidad de Gas natural de Lima y Callao. <http://www.calidda.com.pe>. .
- Cenergia (1998), Campaña de Medición de Humos en el Transporte Urbano de pasajeros de Lima, Callao y Huarochirí. Lima: Cenergia.
- Compendio de Legislación Ambiental Peruana (2009), Volumen V. “Calidad Ambiental”
- Consejo Nacional del Medio Ambiente. CONAM. (2000), Deterioro de la calidad del aire. En: <http://www.conam.gob.pe/geo/ii1.htm>
- Decreto Supremo N° 047-2001-MTC. Límites Máximos Permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial.
- Decreto Supremo N° 011-2009-MINAM (2009), Aprueba Límites Máximos Permisibles para las emisiones de la Industria de Harina y Aceite de Pescado.

- Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM (2009), Aprueba la Política Nacional del Ambiente.
- Decreto Supremo N° 014-2011-MINAM (2011), Aprobó el Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA) 2011-2021
- Defensoría del Pueblo.(2009), Informe Defensorial N° 134: La Calidad del Aire en Lima y su Impacto en La Salud y La Vida de sus Habitantes: Seguimiento de las recomendaciones defensoriales, Lima.
- Diario el peruano. (2001), http://www.elperuano.com.pe_edicion
- Dirección Municipal de fiscalización y control-Municipalidad Metropolitana de Lima. Proyecto: "Mejorando la Calidad de Vida en la Ciudad Silenciosa"
- Edward F. (2016), Global Healing Center . Group III, DC, ND, DACBN, DCBCN, DABFM.
- Echarri, L. (2007), Contaminación de la atmósfera - ecología y ambiente, Universidad de Navarra en San Sebastián (tecnun).
- Fuentelsaz G. C. (2004), Cálculo del tamaño de la muestra. Enfermera de investigación. Hospital Universitario «Vall d'Hebron». Barcelona- España.
- García C. y Manzini F. (2012), Environmental and economic feasibility of sugarcane ethanol for the Mexican transport sector. Sol. Energy 86,1063-1069.
- Garibay B.V y Echanis P.G. (2007), Guía Metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en la ciudad de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto nacional de ecología, México D.F.
- Gil. M. E. (1998), El agua y el aire en la salud ambiental. Maestría en salud pública. Perú: Cuzco. ÜNSAAC.

- Glyn H. J. y Heinke. G.W (1999), Ingeniería Ambiental. PRENTICE HALL.México.800 pág.
- Granada L. F. y Cabrera B. (2007), Avances investigación en Ingeniería, Estimación de las emisiones de fuentes móviles utilizando el mobile 6 en Cali – Colombia.
- Inche, J. (2001), Estimación de Emisiones en Vehículos en Circulación.
- INE, SEMARNAT. (2005), Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT y Western Governors' Association. Ciudad de México
- Irwin y Miranda Ortiz Ricardo. (2015), Contaminación del aire en Arequipa y su incidencia en el desarrollo sostenible de Arequipa.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2015), Población del 2000 al 2015.
- Ley General del Ambiente N° 28611. (2005), Ministerio del ambiente. Lima.
- Ley orgánica de municipalidades N° 27972. (2003), Municipalidad provincial de Puno
- Lozada I., Islas J. y Grande G. (2010), Environmental and economic feasibility of palm oil biodiésel in the Mexican transportation sector. Renew. Sust. Energ. Rev. 14, 486-492.
- Marín P. E. (2007), Tesis de investigación de la contaminación del aire por parque automotor en la ciudad de Puno. Pag.106
- Microsoft encarta. (2009), Enciclopedia – 1993 -2001. Microsoft corporation
- Miller I. y Freund J. E. (2012), Probabilidad y estadística para ingenieros. Edición octava edición. Editorial Pearson educación, México, Pág. 552.

MINAM. (2014), El Informe Nacional de la calidad del aire 2013-2014

Montagne V, R. A. (2015), Diseño de un generador de hidrogeno como combustible para los motores de combustión de ciclo Otto en la región Puno.

Moreano B. D. y Palmisano p. A.E. (2012), Nivel de afectación de la contaminación atmosférica y sus efectos en la infraestructura del campus universitario debido a la emisión de partículas pm10 y CO. Pontificia universidad católica del Perú.

Municipalidad provincial Puno. (2010 - 2015), Plan regulador de Rutas de transporte Público Urbano en la Ciudad de Puno”

MTC. (2012), Plan estratégico sectorial multianual sector transportes y comunicaciones 2012 -2016, OGPP – Oficina de estadística del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

MTC. (2017), Informes y publicaciones estadísticas de transportes, OGPP – Oficina de estadística del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Naciones unidas. (2015), Acuerdo de París, Partes en marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en adelante denominada "la Convención".

Naciones unidas. (1998), Protocolo de Kioto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático.

Navarro, S. (2008), Ingeniería del tránsito.

Organización Mundial de la Salud OMS. (2000/2005), Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre.

Organización Mundial de la Salud. (2004), Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud, guías para la calidad del aire, Lima, p.5 en: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/fulltext/guiasaire.pdf>

- Organización Mundial de la Salud (2012), Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud, Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la Salud en América Latina y el Caribe, Washington DC, p.23,24
- Pérez Palomino, P. C. (2010), Propuesta de conversión del parque automotor de Lima y Callao para el uso del gas natural. Tesina de licenciatura. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Reglamento de estándares nacional de calidad ambiental del aire DS- N° 074 (2003).
- Restrepo N. J.J, (2007), Diccionario ambiental, Ecoe ediciones. México.
- Riviera M, (2010), Cumbre de la Unidad de América Latina y el Caribe (México)- 22 y 23 de febrero de 2010 /Publicación de las Naciones Unidas LC/L.3207
- Samame S, luisa. (1998), Medio Ambiente y Educación en el Perú. Lima Servicios gráficos Omega,154 Pág.
- Sánchez J, Urrego J, Zakzuk J, Bornacelly A, Castro I, Caraballo L. (2013), Niveles de contaminantes en el aire de Cartagena, Colombia. rev.univ.ind.santander.salud
- Sans, F.R. (1999), Contaminación y Tratamientos. Boixareu Editores MARCOMBO
- Seoanez. C. M. (1996), La contaminación del medio natural continental: aire. aguas, suelos. Vegetación y fauna. Tecnologías de identificación. Lucha y corrección. Ediciones Mundi-Prensa. España: Madrid.
- Seoanz. C. M. (1998), Medio ambiente y desarrollo: manual de gestión de los recursos en función del medio ambiente. Manual para responsables. gestores y enseñantes. Soluciones a los problemas medio ambientales. Ediciones mundiPrensa. España: Madrid.

- Shuan M. E,(2010), El Cambio Climático Debido a la Emisión de Efluentes Gaseosos por el Parque Automotor en la Ciudad de Huacho”, Facultad de Ingeniería Química,Metalurgia y Ambiental - U.N.J.F.S.C.
- Solís J. y Sheinbaum C. (2013), Energy consumption and greenhouse gas emission trends in Mexican road transport. *Energ. Sust. Dev.* 17, 280-287
- Solís A. J.C. y Sheinbaum P. C. (2016), Consumo de energía y emisiones de CO₂ del autotransporte en México y escenarios de mitigación. Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma De México
- Stanley E. Manahan. (2007), Introducción a la química ambiental, Traducido por Ivette Mora Leyva. Editor Reverte, ISBN. 84-291-7907-0, pág. 402
- Strauss,W. y Mainwaring, S.J. (1997), Contaminación del Aire. Causas,efectos y soluciones. México. Editorial Trillas.
- Swisscontact. (2004), Manual de Gestión de la Calidad del aire, Lima, p.7
- Tuesta T. T, (2012), La Educación Ambiental Frente al Parque Automotor en Pucallpa y yarina-ucayali, Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
- Thomson, I. (2002), La congestión del tránsito urbano - causas y consecuencias económicas y sociales.
- Universidad nacional san Agustín de Arequipa -UNSA. (2006), Emisiones de motores de combustión interna. Curso de C.T.M.A – Doctorado de la UNA Puno.
- Valencia A. D, Muñoz D. M. A, Ramírez M. A, Builes J. L, Hoyos-Restrepo. C. (2015), Modelo para la estimación de emisiones vehiculares como herramienta para la gestión ambiental institucional. Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, Medellín Colombia.

Wark, K. y Warner, C.F. (2007), Contaminación del Aire: Origen y control. LIMUSA
Noriega Editores. México

Zamalloa C. W.A. (2012), Contaminación ambiental, editorial oficina universitaria de
investigación. Puno – Perú

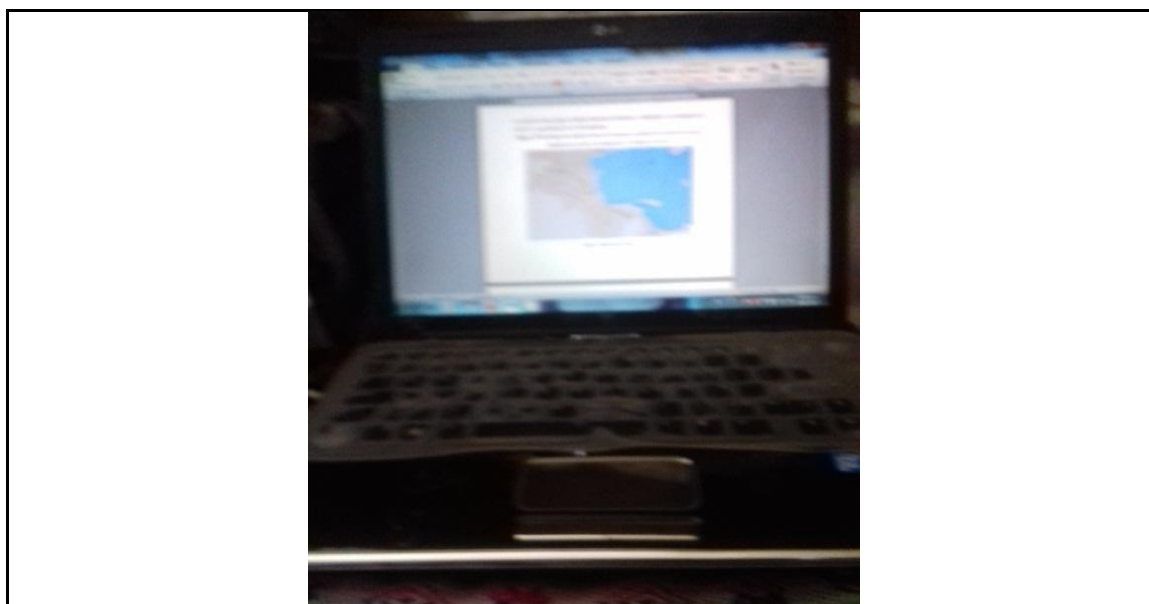
ANEXOS

MATERIALES E INSTRUMENTOS



Nombre del evento: Reconocimiento de materiales e instrumentos a utilizar para la realización del proyecto de investigación.

Comentario de escenario: Se da inicio al reconocimiento de materiales e instrumentos del GPS de marca Garmin 60CS_x y Analizador de gases E-5500.



Nombre del evento: Procesamiento de datos obtenidos en la recolección de los 16 puntos de monitoreo en la ciudad de Puno.

Comentario de escenario: se da inicio al reconocimiento de materiales e instrumentos laptop.

PANEL DE FOTOGRAFIAS



Nombre del evento: Coordinación con M.Sc. German Quille Calizaya docente de la facultad de Ingeniería Química para la primera obtención de datos de monitoreo,

Comentario del escenario: salida a monitorear los primeros 5 puntos de muestreo.



Nombre del evento: Capacitación con el M.Sc. German Quille Calizaya docente de la F.I.Q.

Comentario del escenario: Manejo y uso del equipo y la calibración para la obtención para cada punto de monitoreo.



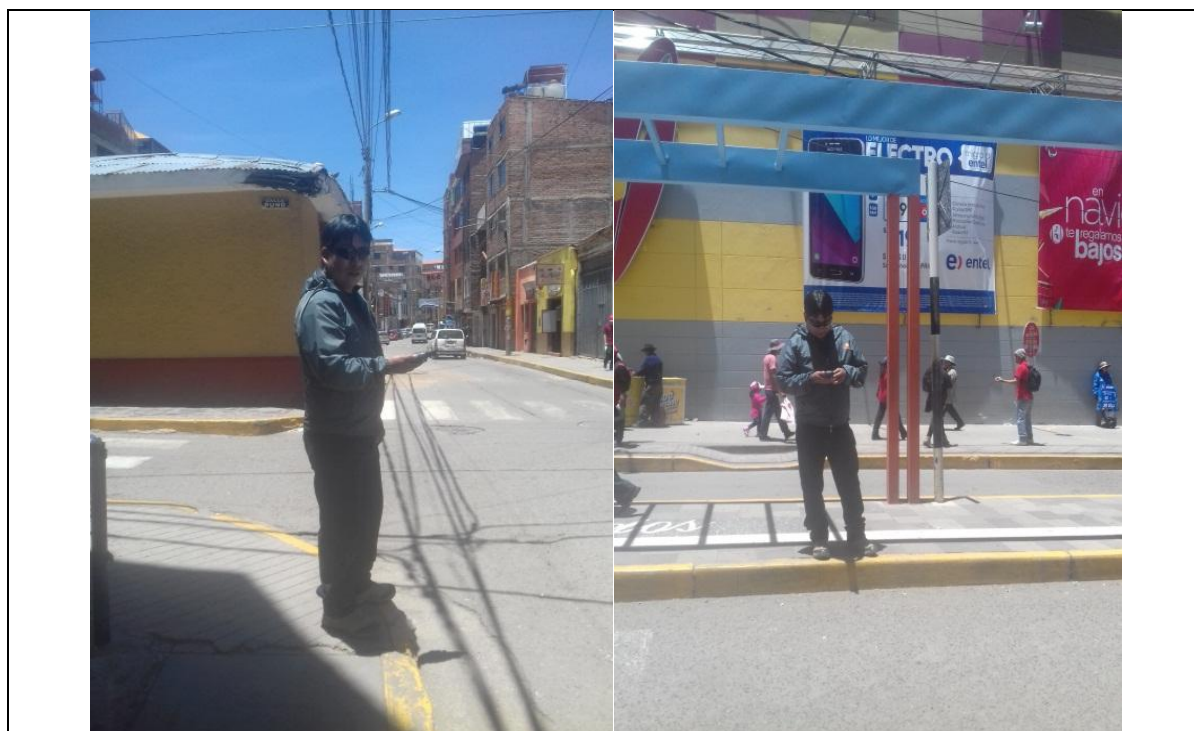
Nombre del evento: Guardado y traslado del equipo para la recolección de puntos de monitoreo.

Comentario del escenario: Salida a los puntos de monitoreo para la toma directa en los 5 primeros puntos de monitoreo.



Nombre del evento: Obtención de datos de CO₂ de los 16 puntos con apoyo M.Sc. German Quille Calizaya docente de la F.I.Q.

Comentario del escenario: salida a monitorear los 16 puntos de muestreo.



Nombre del evento: Georeferenciación de los 16 puntos de monitoreo

Comentario del escenario: Salida a recolección de datos con el GPS

2016
InfoStat
 Versión: 2016e
 Actualización: 17/11/2016
 www.infostat.com.ar
 InfoStat/Estudianti Actualizaciones sin cargo hasta: 05/05/2020

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	339,21	8	42,40	928,03	<.0001
Variaciones	69,56	2	34,78	664,49	<.0001
Herbicidas	237,61	2	118,81	2617,96	<.0001
Variaciones*Herbicidas	49,04	4	12,26	219,79	<.0001
Error	0,82	28	0,03		
Total	339,23	28			

Test: Tukey Alpha=0,05 LSD=0,61042
 Error= 0,2495 df: 28
 Variaciones Herbicidas Mean n S.E.

Variaciones	Herbicidas	Mean	n	S.E.	Letter
Gladiador	Paraquat	13,90	3	0,12	A
B-551	Glifosato	9,59	3	0,12	B
B-551	Paraquat	9,10	3	0,12	B
Gladiador	Glifosato	7,60	3	0,12	C
Crisillo	Glifosato	7,00	3	0,12	D
Crisillo	Paraquat	6,97	3	0,12	D
Gladiador	Sin herbicida	4,97	3	0,12	E
B-551	Sin herbicida	3,20	3	0,12	F
Crisillo	Sin herbicida	1,20	3	0,12	G

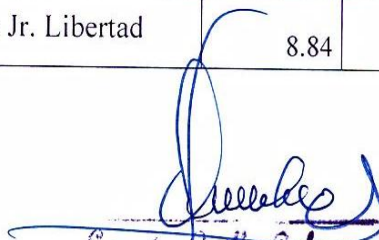
Means with a common letter are not significantly different (p > 0,05)

Nombre del evento: Utilización del software InfoStat

Comentario del escenario: Método estadístico ANDEVA.

PUNTOS DE MONITOREO DE EMISIÓN DE GASES**PUNTOS DE MONITOREO DE EMISIÓN DE GASES POR EL PARQUE
AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE PUNO**

PUNTOS	DESCRIPCION	CO ₂ (%)	CO (ppm)	CO (%)	O ₂
1	Av. La Torre con Av. Floral	16.9	758	0.0758	20.70
2	Av. Floral con Jr. Jorge Basadre (frente a la Universidad Nacional del Altiplano)	15.44	242	0.0242	20.77
3	Av. Incas con Av. El Sol (altura del estadio)	13.49	663	0.0663	20.35
4	Ovalo Ramón Castilla	16.07	987	0.0987	20.93
5	Av. Simón Bolívar con Av. Carabaya	10.01	100	0.01	20.75
6	Av. El Sol con Jr. Ricardo Palma	13.55	350	0.035	19.89
7	Av. Echenique con Av. Costanera Sur	1.1	569	0.0569	20.36
8	Óvalo Dante Nava	15.8	780	0.078	20.30
9	Av. El Sol (altura del Mercado Laykakota)	12.1	1088	0.1088	20.00
10	Av. Ejército Cdra. 6 (frontis del Centro de Educación Especial)	1.7	200	0.02	20.60
11	Av. Panamericana Este con Av. Estudiante	12.6	283	0.0283	19.90
12	Jr. Puno con Jr. llave	10.12	103	0.0103	20.85
13	Jr. Tacna con Calle Puno	14.75	431	0.0431	20.39
14	Jr. Tacna con Jr. Melgar	18.7	865	0.0865	20.40
15	Jr. Los Incas con Jr. Cahuide (altura de Plaza Veá)	15.8	733	0.0733	20.75
16	Jr. Lima con Jr. Libertad	8.84	460	0.046	20.94


 Germán Quilla Caltzaga
 INGENIERO QUIMICO
 CIP. 55478

UTILIZACION DEL SOFTWARE INFOSTAT

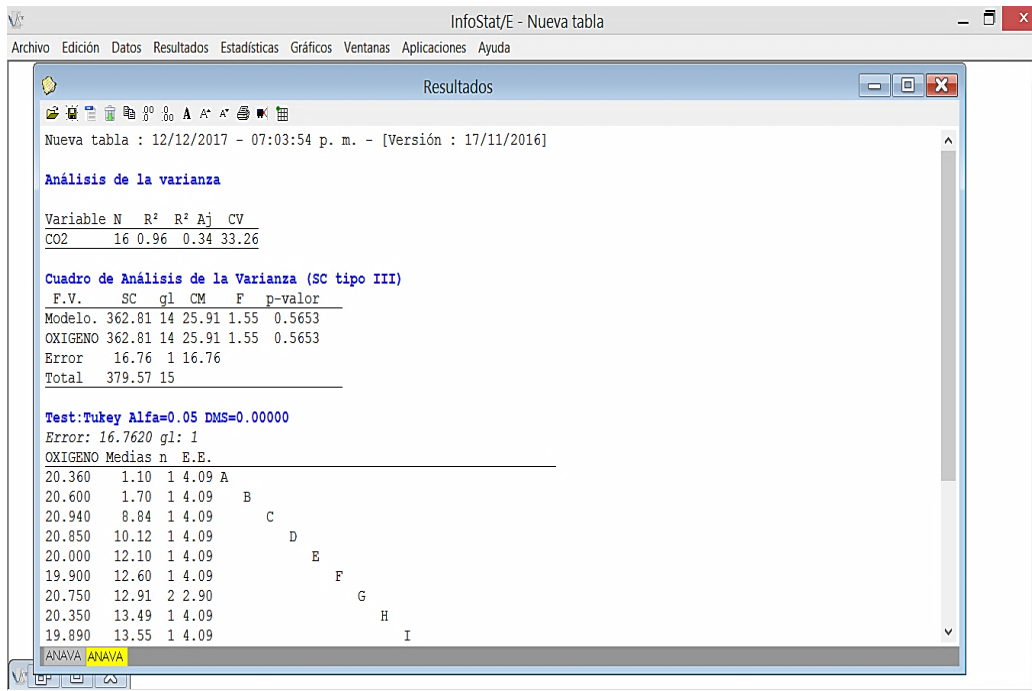


Uso de infoStat versión Estudiantil 2016.

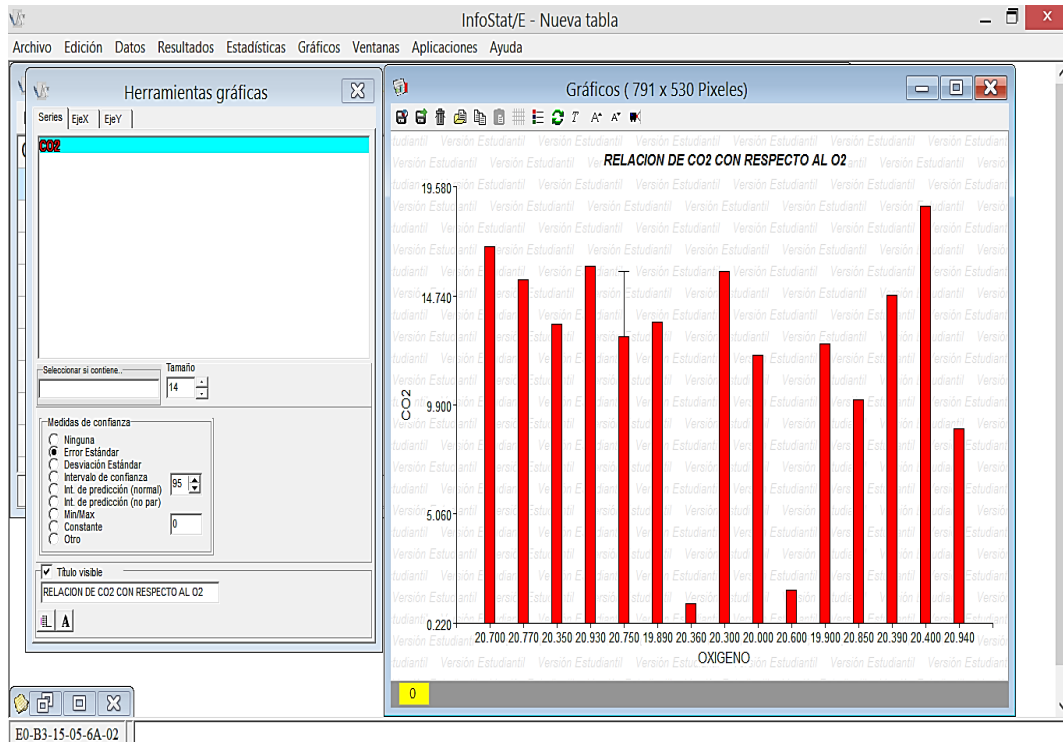
Caso	Columna1	CO2	CO	OXIGENO
1	1	16.900	0.076	20.700
2	2	15.440	0.024	20.770
3	3	13.490	0.066	20.350
4	4	16.070	0.099	20.930
5	5	10.010	0.010	20.750
6	6	13.550	0.035	19.890
7	7	1.100	0.057	20.360
8	8	15.800	0.078	20.300
9	9	12.100	0.109	20.000
10	10	1.700	0.020	20.600
11	11	12.600	0.028	19.900
12	12	10.120	0.010	20.850
13	13	14.750	0.043	20.390
14	14	18.700	0.087	20.400
15	15	15.800	0.073	20.750
16	16	8.840	0.046	20.940
17				

Real Registros: 17*4 n=1 Suma = 20.700 Media = 20.700 D.E. = 0.000 Min = 20.700 Max = 20.700 P05 = 20.700 P95 = 20.700

Llenando de datos en la tabla del infoStat.



En el infoStat se realiza el análisis de la varianza (ANDEVA).



En el infoStat se realiza los gráficos de barras.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO ANALIZADOR INDUSTRIAL DE EMISIONES Y GASES DE COMBUSTION E-5500

E5500



Analizador Industrial de Emisiones y Gases de combustión

Proveyendo Analizadores de Emisiones y Gases de Combustión para calderas, quemadores, motores y otras aplicaciones de Combustión

- Sistema externa para la eliminación del vapor condensado
- Impresora con remoto inalámbrico
- Medición de tiro de chimenea y presión diferencial
- Termómetro con dos canales
- Rango Automático de CO con dilución
- Medición de NO, Total (NO + NO₂)
- Configuración con hasta 5 sensores
- Velocidad de gases con un tubo pitot
- Baterías recargables
- Memoria interna
- PC Software
- Comunicación de Bluetooth



O₂

CO₂

CO

NO

NO₂

NO_x

SO₂

Taire & Tgas

Tiro de Chimenea

Velocidad de Gas

Presión diferencial



NEW Sensores de NO, bajos (<400ppm) con resolución de 0.1 ppm

NEW Comunicación inalámbrica con computadora y impresora

NEW Ligero, duradero, y fácil de transportar



E5500 Características

Trampa de Agua

La trampa de agua externa elimina el vapor de agua de una manera rápida y eficiente para prevenir que los gases de combustión burbujeen en el agua condensada.

Impresora con Remoto Inalámbrico

El analizador puede comunicarse con una impresora inalámbrica (opcional) que ofrece la capacidad de imprimir en campo.

Memoria Interna

La memoria interna de gran capacidad (hasta 1,000 mediciones) permite el almacenamiento de datos de los parámetros medidos y calculados. Esta memoria puede activarse automáticamente cuando el analizador se utiliza para mediciones de larga duración.

Nox Rango Bajo & Nox Total

El E5500 puede ser configurado con la capacidad de medir rangos mínimos de NOx con una resolución de 0.1 ppm y una precisión alta. NOx Total, con mediciones directas de NO y NO2, está disponible también.



Real Time Software

El software estándar "EGAS" incluye la capacidad para almacenar y representar gráficamente los datos de una manera continua (Real-Time) en campo con un laptop o en el laboratorio con un PC. Las comunicaciones entre el E5500 y la computadora se realizan con comunicaciones inalámbricas de Bluetooth. Un módulo Bluetooth está incluido con el 5500 y los datos almacenados pueden ser exportados en un formato Excel para la creación de informes de las emisiones medidas.



Especificaciones del E5500

Sensores de Gases

El 5500 puede acomodar un máximo de 5 sensores de gases (sensores electroquímicos). El gráfico siguiente describe cada sensor.

Mediciones de Temperatura

Los analizadores están equipados para medir la temperatura de los gases de combustión, la temperatura ambiente y la temperatura diferencial. La temperatura diferencial se utiliza para el cálculo de la eficiencia de combustión.

Tiro de Chimenea, Presión, & Velocidad

Los sensores internos de presión permiten que el analizador pueda medir la presión y el tiro de chimenea. Con dos entradas de presión, también se puede medir la presión diferencial. La medición de la velocidad del gas puede ser realizada utilizando la presión diferencial en un tubo Pitot (opcional).

Parámetro	Sensor	Rango	Res.	Precisión
O ₂	Electroquímica	0 - 25%	0.1%	±0.1% vol
CO	Electroquímica	0 - 8000 ppm	1 ppm	<300 ppm=±10 ppm up to 2000 ppm=±4% >2000 ppm=±10%
CO Auto Range	Electroquímica	0 - 20,000 ppm	1 ppm	±10% rdg
NO	Electroquímica	0 - 4000 ppm	1 ppm	<125 ppm=±5 ppm up to 4000 ppm=±4%
NO _x	Electroquímica	0 - 1000 ppm	1 ppm	<125 ppm=±5 ppm up to 1000 ppm=±4%
NO Bajo y NO _x Bajo	Electroquímica	0 - 500 ppm	0.1 ppm	<50 ppm=±2 ppm up to 500 ppm=±4%
NO ₂	Calculado	0 - 5000 ppm	1 ppm	
SO ₂	Electroquímica	0 - 4000 ppm	1 ppm	<125 ppm=±5 ppm up to 4000 ppm=±4%
CO ₂	Calculado	0 - 99.9%	0.1%	
T _{aire}	Pt100	-10 - 99.9°C 14.0 - 212.0°F	1°C 1°F	± 2°C ± 5°F
T _{gas}	Tc K	0 - 999.9°C 32.0 - 1830°F	1°C 1°F	± 3°C ± 5°F
ΔT	Calculado	0 - 999.9°C 32.0 - 1830°F	1°C 1°F	
Presión/Tiro	Bridge	±40.0 inH ₂ O	0.1 inH ₂ O	±1% rdg
Exceso de Aire	Calculado	1.00 - Infinity	0.01	
Velocidad de Gas	Calculado	0 - 99.9 m/s 0 - 330 ft/s	0.1 m/s 0.1 ft/s	
Eficiencia	Calculado	1 - 99.9%	0.1%	

Pantalla de Display Rotativa

La pantalla/display (LCD) es grande y luminosa y puede cambiar su orientación para más facilidad y conveniencia. El usuario puede utilizar el zoom para agrandar los parámetros en la pantalla.

Calibración

Un certificado de calibración completo está incluido con el analizador. El analizador puede ser recalibrado fácilmente con cilindros de gas span. Se recomienda que el analizador sea recalibrado por lo menos una vez al año para asegurar la precisión del equipo.

CALIBRACIÓN DEL EQUIPO ANALIZADOR INDUSTRIAL DE EMISIONES Y GASES DE COMBUSTION E-5500

El analizador de combustión E5500 se suministra con un número de serie y un certificado de calibración de fábrica y puede ser fácilmente re-calibrado, la calibración del equipo lo realiza la empresa cada año, en la capacitación del docente encargado del equipo, menciona que la calibración para la obtención de puntos de muestreo para la toma directa se realiza de la siguiente manera; primero se agarra la manguera de sensor de gases, segundo se destapa el sensor de gases, tercero se le añade agua destilada, cuarto se oprime el botón CALIB y luego OK para que el equipo pueda marcar en cero y no pueda ver confusión a la hora de tomar datos.



CONVERSION DE UNIDADES DE CO DE ppm A CO EN % DE VOLUMEN.

Indique un valor (partes por millón):

[Anuncios Google](#) [Accesorios online](#) [Anillos](#) [Dibujos animados](#) [reajados](#)

Unidades de cantidad

unidad (1)	0.000758	score (inglés)	0.0000379
par	0.000379	flock (inglés)	0.00001895
tripleta	0.0002527	shock (inglés)	0.00001263
media docena	0.0001263	cien	0.00000758
década	0.0000758	gran cien	0.000006317
docena	0.00006317	gruesa	0.000005264
docena de fraile	0.00005831	mil	0.000000758
		gran gruesa	0.0000004387

Porcentajes y proporciones

tanto por ciento (%)	0.0758	partes por mil millones (ppb)	758 000
por mil (‰)	0.758		

CARTILLA DE GEOREFERENCIACION DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

APELLIDOS Y NOMBRES Br. RUBEN FLORES YUCRA	REPRESENTANTE	DNI
--	----------------------	------------

DEPARTAMENTO	PUNO	DISTRITO	PUNO	PROVINCIA	PUNO
---------------------	-------------	-----------------	-------------	------------------	-------------

NOMBRE DEL PREDIO	PUNTOS INICIAL Y FINAL GPS	N° DE VERTICES	AREA (ha)
PUNTOS DE GEOREFERENCIACION	1 y 16		

ANOTACIONES Y CROQUIS DEL GPS

N°	COORDENADAS UTM – WG - 84		ALTITUD (m.s.n.m)
	ESTE	NORTE	
1	389947	8249229	3840
2	391101	8249793	3825
3	390441	8248909	3831
4	390563	8248491	3829
5	390758	8248540	3829
6	390612	8248316	3830
7	391030	8248031	3827
8	390567	8247826	3840
9	390771	8247807	3831
10	391532	8246833	3829
11	393204	8245817	3824
12	389765	8248331	3860
13	390175	8248485	3841
14	390125	8248642	3840
15	390163	8248804	3837
16	389914	8248602	3845
FECHA	Diciembre 2017		



MAPAS DE NIVELES DE DIOXIDO DE CARBONO