

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA



TESIS

**GRADO DE CONTAMINACION POR DIÓXIDO DE CARBONO EN LA CIUDAD DEL
CUSCO**

PRESENTADO POR:

Br. IVANICH IGOR CARHUARUPAY MOLLEDA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
FÍSICO**

ASESOR: Mgt. JONNY TELLO YARIN

CUSCO – PERÚ

2020

PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO

En cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, elevo a vuestra consideración la tesis intitulada “**GRADO DE CONTAMINACION POR DIÓXIDO DE CARBONO EN LA CIUDAD DEL CUSCO**” con el fin de optar el Título profesional de Físico.

El trabajo de investigación se ha desarrollado en el ámbito de la ciudad del Cusco, en los meses del año 2017. Tomando como referencia cinco puntos de muestreo, habiendo evaluado dichos puntos, y obteniendo resultados que permiten alcanzar propuestas concordantes al objetivo general y a los específicos.

El trabajo está estructurado en 4 capítulos:

- Capítulo 1: Planteamiento del problema.
- Capítulo 2: Marco teórico conceptual.
- Capítulo 3: Metodología de la investigación.
- Capítulo 4: Análisis e interpretación de la información

Señores miembros del jurado evaluador, se pone de vuestra consideración, la presente tesis; esperando cumplir con las expectativas trazadas, a fin de aportar al bienestar de los pobladores de la ciudad del Cusco.

DEDICATORIA

A mi padre Felipe por el ejemplo de rectitud y perseverancia, al cual siempre admiraré y del cual siento que está siempre presente en todas las acciones que realizo, a mi madre Fortunata la cual me enseñó que el amor es infinito y que cada día que pase uno debe actuar correctamente haciendo solo cosas buenas, a mi esposa Marisela, mis hijas Illary, Alejandra e Ivanova que son mi motor y razón de vivir, a mis hermanos que nunca dejaron de creer en mí de los cuales siempre sentí su apoyo desinteresado e incondicional.

AGRADECIMIENTO

Primero agradecer a ese ser de energía infinita que gobierna todas las leyes de la Física, a mi asesora quien me enseñó que si uno se traza una meta hay que cumplirla, a mis maestros porque ellos si saben lo que uno necesita para ser un buen profesional en la vida.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
ASPECTOS GENERALES	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	3
1.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS	4
1.3. HIPÓTESIS GENERAL.....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN	5
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	7
2.1. ANTECEDENTES	7

2.2. BASES TEÓRICAS.....	9
2.2.1. Contaminación atmosférica.....	9
2.2.2. Contaminación y lista general de los contaminantes del aire.....	10
2.2.2.1. Composición del aire.....	10
2.2.2.2. Contaminación del aire.....	11
2.2.2.3. Fuentes de contaminación del aire.....	12
2.2.3. Efecto invernadero.....	14
2.2.4. Gases de efecto invernadero (GEL).....	15
2.2.5. Dióxido de carbono.....	16
2.2.5.1 Ciclo del dióxido de carbono.....	17
2.2.6 Estándares Nacionales de calidad ambiental del aire.....	18
2.2.8. Efectos de los hidrocarburos.....	19
2.2.9. Efectos nocivos sobre la salud de la contaminación del aire y el patrimonio.....	21
CAPITULO III.....	25
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO: LOCALIZACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA.....	25
3.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	25
3.3. UNIDAD DE ANALISIS.....	26
3.4. POBLACION DE ESTUDIO.....	26
3.5. SELECCIÓN DE MUESTRA.....	27
3.6. TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS.....	28
CAPÍTULO IV.....	29
4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	29

4.1.1. Dióxido de Carbono (CO ₂), año 2017 – SHELTER e Instituto de Energía y Atmósfera – Gobierno Regional del Cusco.	29
4.1.2. Nivel de concentración de dióxido de carbono (CO ₂) (en ppm) en el medio ambiente de la ciudad del Cusco.....	30
4.1.3. Nivel de contaminación del aire por Dióxido de Carbono (CO ₂) en San Jerónimo.	31
4.1.4. Nivel de contaminación del aire por Dióxido de Carbono (CO ₂) en UNS (Puerta UNSAAC).....	33
4.1.5. Nivel de contaminación del aire por Dióxido de Carbono (CO ₂) en PA (Plaza de Armas).	35
4.1.6. Nivel de contaminación del aire por dióxido de carbono (CO ₂) en WAN (Wanchaq).....	37
4.1.7. Nivel de contaminación del aire por Dióxido de Carbono (CO ₂) en CTT (Clas Ttio).	39
Comportamiento de CO ₂ por lugar y año	41
CONCLUSIONES	48
GENERAL	¡Error! Marcador no definido.
ESPECÍFICA	¡Error! Marcador no definido.
RECOMENDACIONES	49
SUGERENCIAS	50
BIBLIOGRAFÍA	51
WEBGRAFÍA	53
ANEXOS	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. COMPOSICIÓN NATURAL DE LA ATMOSFERA (Porcentaje -volumen)	10
Figura N° 2. LAS CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS MÁS IMPORTANTES.....	23
Figura N° 3.....	24
Figura N° 4. ANALIZADOR DE CO2 EC 9820 (MARCA ECOTECH)... ¡Error! Marcador no definido.	

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. DISTRIBUCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CO ₂ (EN µg/m ³) POR MES, PARA EL PUNTO JER (SAN JERÓNIMO).	31
Gráfico N° 2. DISTRIBUCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO CO ₂ (EN µg/m ³) POR MES, PARA EL PUNTO UNS (PUERTA UNSAAC).	34
Gráfico N° 3. DISTRIBUCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CO ₂ (EN µg/m ³) POR MES, PARA EL PUNTO PA (PLAZA DE ARMAS).	36
Gráfico N° 4. DISTRIBUCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CO ₂ (EN µg/m ³) POR MES, PARA EL PUNTO WAN (WANCHAQ).	38
Gráfico N° 5. DISTRIBUCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CO ₂ (EN µg/m ³) POR MES, PARA EL PUNTO CTT	40
Gráfico N° 6. DISTRIBUCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CO ₂ (EN µg/m ³) POR PUNTOS DE MUESTREO.	43
Gráfico N° 7. DISTRIBUCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CO ₂ (EN µg/m ³) EN EL AÑO 2017.	44
Gráfico N° 8. DISTRIBUCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CO ₂ (EN µg/m ³) POR PUNTOS DE MUESTREO EN EL AÑO 2017.	45
Gráfico N° 9. DISTRIBUCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CO ₂ (EN µg/m ³) POR MES EN EL AÑO 2017.	46
Gráfico N° 10. DISTRIBUCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CO ₂ (EN µg/m ³) POR MES. ...	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. VALORES PROMEDIOS DE CO ₂ POR MESES EN EL AÑO 2017 (EN μg/m ³).	¡Error! Marcador no definido.
Tabla N° 2. CONCENTRACIÓN DE CO ₂ EN LOS CINCO PUNTOS ESTRATÉGICOS ESCOGIDOS.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla N° 3. TABLA DE MEDIAS POR MÍNIMOS CUADRADOS PARA CO ₂ CON INTERVALOS DE CONFIANZA DEL 95.0%	¡Error! Marcador no definido.

INTRODUCCIÓN

De los contaminantes atmosféricos, el material particulado emitido, denominado usualmente partículas emitidas, en especial el dióxido de carbono ha representado en los últimos años uno de los aspectos que mayor interés ha despertado para los diferentes grupos que estudiamos las alteraciones del entorno ecológico por contaminantes como son el calentamiento global y sistema invernadero.

El estudio de estas partículas es uno de los retos que más nos debe interesar resolver, ya que por la masificación de su producción en nuestra ciudad son inhaladas por nuestros organismos los cuales causan diferentes problemas de salud en su mayoría respiratorios y alergias en la piel.

Estas partículas emitidas representan uno de los tipos de contaminación más frecuente encontrada en nuestra ciudad y todas las ciudades del mundo ya que es producida por el parque automotor, industrias y fábricas, debido a que en nuestra ciudad no existe un control debido de todas estas fuentes de producción a pequeña o gran escala.

Sus efectos se han evaluado desde los inicios de la contaminación ocurridos a principios del siglo pasado en diversas ciudades del mundo, más recientes se han analizado utilizando la toxicología y la epidemiología ambiental, con el objeto de encontrar los mecanismos biológicos y fisiológicos del daño que ocasionan en la salud, además de las propiedades responsables de los mismos. A la fecha no se ha encontrado un umbral para sus efectos que se han evidenciado tanto en ciudades relativamente limpias con niveles de partículas por debajo de los límites permisibles

establecidos en las normas de calidad del aire como en ciudades con niveles que rebasan frecuentemente dichas reglamentaciones

(salud, 2010) El exceso de dióxido de carbono (CO_2) acidifica los océanos, lo que causa daños en arrecifes, fitoplancton y animales. Las altas concentraciones de CO_2 en el planeta no solamente afectan a la atmósfera y generan el calentamiento global. También producen graves daños en los océanos, cuyas aguas se vuelven ácidas por el exceso de ese contaminante. Ese cambio en el nivel de acidez (o pH) del agua marina produce una menor disponibilidad de calcita, aragonita y otros carbonatos con los que se forman los arrecifes, los esqueletos y las conchas de muchas especies marinas, afirmó Rosa María Prol Ledesma, investigadora del Instituto de Geofísica (IGf) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

(Sciences-PNAS), 2014) Los daños ocasionados por el CO_2 en la atmósfera son irreversibles. Un estudio confirma que si en el planeta se deja de producir Gases de efecto invernadero (GEI), no podrá recuperarse ya que el CO_2 emitido ocasiona alteraciones atmosféricas irreversibles

(Safety, 1997) Los principales riesgos de salud asociados con la respiración, se asocian al gas dióxido de carbono. El dióxido de Carbono (CO_2) está presente naturalmente en la atmósfera a niveles de aproximadamente 0.035%. La exposición a corto plazo de CO_2 a niveles por debajo del 2% (20,000 partes por millón o ppm) no ha reportado provocar efectos nocivos. Concentraciones más altas pueden afectar la función respiratoria y provocar excitación seguida por depresión del sistema nervioso central. Altas concentraciones de CO_2 pueden desplazar oxígeno en el aire, resultando en concentraciones de oxígeno menores para la respiración. Por lo tanto, los efectos de la deficiencia de oxígeno pueden combinarse con efectos de toxicidad de CO_2

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El efecto invernadero se produce por la absorción de la radiación infrarroja de algunos gases, esta radiación transmitida por la tierra es devuelta a ella aumentando la temperatura de la misma considerablemente la cual hasta la fecha extinguió infinidad de especies que no se adecuaron a dicho cambio

La investigación de la cuantificación de las partículas que contaminan el aire en la ciudad del Cusco, con gases de efecto invernadero (GEI) entre ellos especialmente el Dióxido de Carbono (CO₂). Por este motivo, es necesario realizar un estudio del grado de CO₂ que se produce por diferentes fuentes entre ellas el parque automotor, hornos de ladrilleras y de tejas que trabajan a leña considerados los de mayor producción, los impactos a la salud de la población. Encuentre su aplicación más importante en el diseño de políticas, programas y estrategias que permitan reducir su producción y los efectos que ocasionen. En este sentido, el complemento para el diseño de programas que manejen de mejor manera la calidad del aire.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo es el grado de contaminación del aire por Dióxido de Carbono (CO₂) en la ciudad del Cusco?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS

1. ¿Cuáles son las zonas con mayor concentración de Dióxido de Carbono (CO₂) en la ciudad de Cusco?
2. ¿El Dióxido de Carbono (CO₂) en la ciudad del Cusco supera los límites permisibles?

1.3. HIPÓTESIS GENERAL

La Ciudad del Cusco presenta un nivel de contaminación del aire por Dióxido de Carbono (CO₂) que va en aumento con respecto a los límites permisibles establecidos por los estándares nacionales de la calidad ambiental del aire de dióxido de carbono (ECA anual de $9 \times 10^6 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

1.3.1. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

1. Las zonas con mayor concentración de CO₂ en la ciudad del cusco corresponden a los distritos de San Jerónimo y Puerta de la UNSAAC.
2. Los valores de dióxido de carbono (CO₂) obtenidos en nuestro estudio no superan los límites máximos permisibles.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Según el ZAP (Zonas de alta prioridad), las ciudades con mayor concentración de dióxido de carbono son en el orden que sigue: Arequipa, Cerro de Pasco, Chiclayo, Chimbote, Cusco, Huancayo, Ilo, Iquitos, La Oroya, Lima-Callao, Pisco, Piura, Trujillo, donde Cusco para el 2013-2014, es la quinta ciudad con mayor concentración de CO₂ en su atmosfera. (<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf>, 2014)

El estudio es de partículas contenidas en los gases que emiten los vehículos motorizados, fabricas industriales, Minería, entre otros. Esto hace que sea demasiado importante este estudio en la ciudad del cusco debido a la expulsión de gases de efecto invernadero (GEI), va en aumento debido a la cantidad de vehículos motorizados que en esta última década aumentó considerablemente emitiendo una cantidad desmesurada de gases entre ellos el dióxido de carbono CO₂ que es respirado por la población el cual afecta a la salud de las personas.

El 9 de diciembre de 1983 en París, la UNESCO declaró a la ciudad del Cusco como Patrimonio Cultural de la Humanidad razón por la cual es uno de los más grandes destinos turísticos del Perú, esto hace que sus habitantes jueguen un papel importante en el cuidado de su medio ambiente y que las autoridades reglamenten la circulación de ciertos vehículos motorizados que emiten GEI (gases de efecto invernadero) excesivos, ya que vendrían a ser los mayores contaminantes.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

Determinar el grado de contaminación del aire por Dióxido de carbono en la ciudad del Cusco, mediante la prueba estadística t de student.

1.4.2 Objetivos específicos

- 1.** Identificar las zonas con mayor concentración de Dióxido de carbono en la ciudad del Cusco.
- 2.** Establecer los límites de confianza de concentración de Dióxido de carbono en la ciudad del Cusco y compararlos con los límites máximos permisibles.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. ANTECEDENTES

(MADRID, 2016)“Estimaciones De Captura De Los Parques Y Emisiones De CO₂ Vehicular En Tijuana” Centro De Investigación Científica Y De Educación Superior De Ensenada CICESE Con La Tesis Para Obtener El Grado De Maestra En Administración Integral Del Ambiente Tijuana –México, este trabajo de investigación tiene como objetivo principal encontrar las especies de árboles que mayor cantidad de CO₂ pueden absorber para este estudio se contó con el equipo (software i-tree design) que logro determinar justamente este valor, por otro lado también se determinó la cantidad promedio de CO₂ producido por el parque automotor, para esto se usó el método del IPCC 2006. Comparando resultados. La conclusión fue que la cantidad de CO₂ producido por los vehículos motorizados es mucho mayor que la que absorben los árboles, pero la cantidad absorbida por los árboles es considerable es por eso que se recomiendan reforestar los parques ya que durante el 2015 los arboles absolvieron 263 137 kilogramos y 3,6 kg/m² al año en promedio. Contando los 240 parques en Tijuana en promedio se absorbió un total de 21 372 toneladas de CO₂ durante el 2015.

(YUCRA, 2017)“Determinación del Nivel de Contaminación de Dióxido de Carbono por el Parque Automotor en la Ciudad de Puno”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional del Altiplano (UNA). Puno-Perú, este trabajo de investigación se desarrolló en la ciudad de Puno para determinar el porcentaje en volumen (%V) de los vehículos

motorizados que circulan desde el año 1998 en adelante, que tiene como fuente contaminante el uso de combustibles como gasolina, petróleo entre otros que son la gran fuente de contaminantes. El objetivo de este trabajo fue medir los porcentajes en volumen de CO y CO₂ tomando como referencia 16 puntos de la ciudad de Puno. Concluyendo que dichos gases se encontraban por debajo de los límites máximos permisibles (LMP) según los ECA en el Perú.

(VARGAS, ANÁLISIS DE NUEVOS ESCENARIOS DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES DEL PARQUE AUTOMOTOR GENERADOS EN UN AMBIENTE DE TRÁFICO VEHICULAR, 2014) “Análisis de Nuevos Escenarios de Emisión de Contaminantes del Parque Automotor Generados en un Ambiente de Tráfico Vehicular”. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad nacional Agraria La Molina. Lima – Perú, éste trabajo de investigación tiene como objetivo principal estimar las emisiones provenientes de vehículos motorizados para un recorrido en una sección de 1,41 kilómetros, en una de las principales avenidas con mayor circulación de vehículos motorizados, en la ciudad de Lima, donde se evaluaron y manipularon variables como velocidad promedio, uso de combustibles nuevos, y convertidores catalíticos. Llegando a la conclusión que las emisiones en los tubos de escape producen 18 377,44 kg/año de los cuales el 82% son de óxidos de carbono (CO_x), el 11% a hidrocarburos (H_xC_x) y el 7% restante a óxidos de nitrógeno (NO_x).

(LOYOLA, 2012) “Evaluación de Gases Efecto Invernadero en la Cuenca Atmosférica del Valle del Cusco” tesis para optar el título profesional de Biólogo. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. El trabajo de investigación se desarrolló en la cuenca del valle

atmosférico del Cusco, entre los periodos enero 2010 hasta enero 2012. Se evaluaron 9 puntos de muestreo estratégicos como principales focos emisores, los cuales fueron: Piñipampa, Huacarpay-Lucre, Oropesa, Pillao Matao, Diresa Cusco (Av. De la Cultura), Serpost (Av. El Sol), Plaza de Armas del Cusco, San Luis -Aeropuerto (San Sebastián), San Benito. (Tica Tica). Se evaluaron los principales gases efecto invernadero como: CO₂, N₂O, SO₂ y H₂S. Se utilizaron métodos: gravimétricos, espectrometría visible y de absorción atómica. Llegando a la conclusión que la concentración máxima de CO₂ se registra en el punto de muestreo 7 (Plaza de Armas del Cusco) con 67 ppm, en segundo lugar el punto de muestreo 6 (SERPOST) con 64 ppm, en tercer lugar el punto de muestreo 8 (San Luis Aeropuerto) con 63 ppm, obteniendo menores concentraciones. En los puntos de muestreo restantes. El nivel promedio de CO₂ para la cuenca atmosférica del valle del Cusco es de 40 ppm; y por cada 0.042 ppm de CO₂ en promedio la temperatura se incrementa en 1°C, De acuerdo al presente estudio se registran niveles apreciables de concentración de gases efecto invernadero de larga vida, donde el dióxido de carbono se encuentra en mayor concentración dentro de la cuenca atmosférica del valle del Cusco.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Contaminación atmosférica

Si en la atmosfera tenemos otros tipos de gases y energía que no sean sus componentes, se considera contaminación atmosférica, por consiguiente esto ocasiona riesgo, molestia o daño grave a las personas animales, plantas de toda la naturaleza De la definición anterior decimos que una

sustancia sea considerada contaminante o no, dependerá de los efectos que produzcan sobre los que conviven con ella. (CARNICER, 2007).

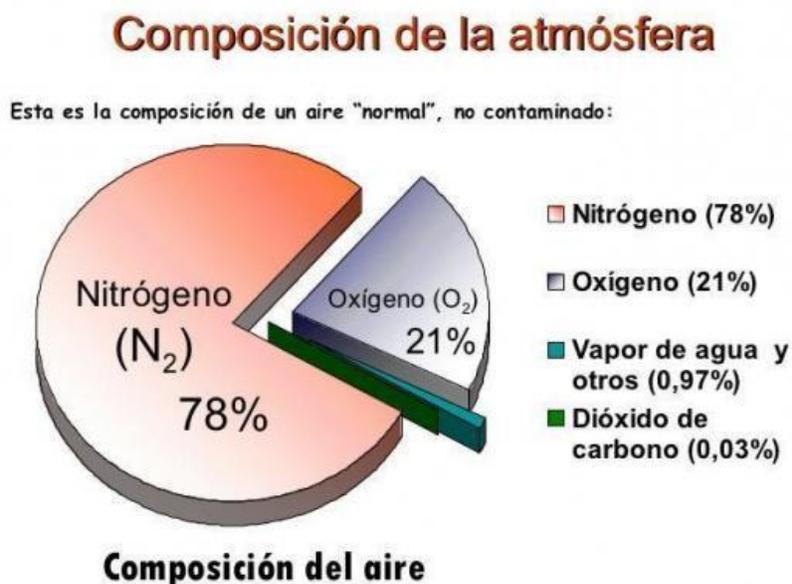
2.2.2. Contaminación y lista general de los contaminantes del aire

2.2.2.1. Composición del aire

El aire que forma la atmósfera está constituido por una mezcla de gases en proporciones constantes desde la superficie terrestre hasta los 70 km de altitud, formada mayoritariamente por nitrógeno y oxígeno. Contiene también otros gases en proporciones variables (gases traza), así como partículas sólidas en suspensión. (Viñas, 2014)

Figura 1

COMPOSICIÓN NATURAL DE LA ATMOSFERA (Porcentaje -volumen)



- Nitrógeno (N₂) = 78%
- Oxígeno (O₂) = 21%
- Vapor de agua y otros gases = 0.97%
- Dióxido de carbono (CO₂) = 0.03%

FUENTE: (<https://es.slideshare.net/iessuel/composicin-de-la-atmosfera>, 2009)

2.2.2.2. Contaminación del aire

La presencia de residuos o productos secundarios gaseosos, sólidos o líquidos, en cantidades y duración que pueden poner en peligro la salud y el bienestar del hombre, plantas y animales, ataca a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables interfiriendo con el disfrute de la vida y de la propiedad.

2.2.2.3. Fuentes de contaminación del aire

Fuentes biogénicas: Corresponden a los eventos de contaminación producidos por fenómenos propios de la naturaleza. Entre éstos se encuentran las erosiones, los incendios forestales, las erupciones volcánicas, la descomposición de la vegetación y tormentas de polvo.

Fuentes antropogénicas: Estas corresponden a actividades o intervenciones que realizan las personas, siendo la principal causa la combustión de materiales, sea ésta originada por las industrias, los vehículos o en el hogar. Esta clasificación tiene a su vez una subdivisión en tres grupos: las fuentes fijas, las fuentes móviles y las fuentes fugitivas. (<https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf>, DICIEMBRE 2016)

CONTAMINANTES PRIMARIOS: Cuantitativamente representa más del 90% del problema, entre los más importantes tenemos los siguientes:

- Monóxido de Carbono CO
- Óxidos de Nitrógeno (NO_x, especialmente NO y NO₂)
- Óxidos de Azufre (especialmente SO₂)
- Hidrocarburos o compuestos orgánicos volátiles (COV) actualmente cabe distinguir metano (CH₄) y compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM).

Otros:

- Amoníaco (NH₃)

- Sulfuro de hidrógeno (H_2S)
- Halógenos (X_2)
- Dióxido de carbono (CO_2)
- Óxido nitroso (N_2O)
- Metales

Con mayor frecuencia se controlan estos cinco grupos, pero, actualmente se debe aumentar el número de contaminantes a medir como por ejemplo, amoníaco, plomo, óxidos de dinitrógeno, ozono, cloroflorocarbonados, etc.

CONTAMINANTES SECUNDARIOS: Estos se produce como consecuencia de la aparición en la atmósfera de oxidantes producidos al reaccionar entre si los Óxidos de nitrógeno, los hidrocarburos y el oxígeno por acción de la radiación ultravioleta de los rayos del sol. La formación de los oxidantes se ve favorecida en situaciones estacionarias de altas presiones (anticiclones) asociados a una fuerte insolación y vientos débiles que dificultan la dispersión de los contaminantes primarios.

Se indica que bajo esta denominación pueden considerar una serie de compuestos de diferente naturaleza como por ejemplo:

- Sulfuro de hidrógeno
- Oxidantes fotoquímicos
- Ozono (O_3)

- Sulfatos
- Nitratos

Su presencia no se estudia de forma sistemática, pero el hecho de que no se estime no debe llevarnos a cometer el error de pensar que no existen. Actualmente son pocos los contaminantes presentes en la atmósfera que se controlan de forma sistemática, es preciso tener presente que el número de contaminantes a estudiar se debe ir incrementando a medida que aumenten medios y esfuerzos dedicados a la contaminación atmosférica, destacando que los Estándares de calidad ambiental (ECAS) están realizando estudios correspondientes a la calidad del aire bajo decreto supremo (MALAGÓN, 2011).

2.2.3. Efecto invernadero

Se denomina Efecto Invernadero al proceso por el que algunos gases de la atmósfera retienen gran parte de la radiación infrarroja emitida por la Tierra y la reemiten de nuevo a la superficie terrestre aumentando la temperatura de la misma, la misma que en estos últimos años ha extinguido muchas especies. Estos gases han estado presentes en la atmósfera en cantidades muy reducidas durante la mayor parte de la historia de la Tierra.

Aunque la atmósfera seca (volumen) está compuesto prácticamente por nitrógeno (78%), oxígeno (21%) y vapor de agua y otros gases (0,97%), son gases muy minoritarios en su composición como el dióxido de carbono (0,03%).

Actualmente el CO₂ presente en la atmósfera está creciendo de manera alarmante por toda la serie de actividades humanas, principalmente por la combustión de carbón, petróleo y gas natural que está liberando el carbono almacenado en estos combustibles fósiles y la deforestación de la selva tropical que libera el carbono almacenado en los árboles. Por tanto es preciso diferenciar entre el efecto invernadero natural y el originado por la actividad del hombre.

Los GEI (gases de efecto invernadero) permanecen activos en la atmósfera mucho tiempo. Es por eso que se les denomina de larga permanencia. Eso significa que los gases que se emiten hoy permanecerán durante muchos años produciendo así el efecto invernadero duradero. Así del CO₂ emitido a la atmósfera: sobre el 50% tardará 30 años en desaparecer, un 30% permanecerá varios siglos y el 20% restante durará varios millares de años. La concentración de CO₂ atmosférico se ha incrementado desde la época preindustrial (año 1750) desde un valor de 280 ppm a 379 ppm en 2005. Se estima que 2/3 de las emisiones procedían de la quema de combustibles fósiles. (Petróleo, gas y carbón) mientras un 1/3 procede del cambio en la utilización del suelo (Incluida la deforestación). Del total emitido solo el 45% permanece en la atmósfera, sobre el 30% es absorbido por los océanos y el restante 25% pasa a la biosfera terrestre. Por tanto no solo la atmósfera está aumentando su concentración de CO₂, también está ocurriendo en los océanos y en la biosfera

2.2.4. Gases de efecto invernadero (GEI)

GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LARGA VIDA (GEILV): Entre los más importantes tenemos el CO₂, metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), estos son químicamente estables y persisten en la atmósfera durante décadas, siglos o más, de modo que la producción de

estos influyen e influirán en el clima a largo plazo. Debido a su larga vida, estos gases se mezclan bien en la atmósfera, mucho más rápido de lo que se eliminan, y los datos de sus concentraciones mundiales se pueden calcular con exactitud en pocas localidades. El dióxido de carbono no tiene un período específico de vida porque está en ciclo continuo con la atmósfera. Los océanos y la biósfera terrestre y su eliminación neta de la atmósfera involucran una gama de procesos con escalas de tiempo diferentes.

GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CORTA VIDA (GEICV): Como dióxido de azufre SO_2 y monóxido de carbono CO son químicamente reactivos y se eliminan por lo general mediante procesos naturales de oxidación en la atmósfera. Por eso sus concentraciones son variables e inestables. El ozono es un gas de efecto invernadero importante que se forma y destruye por reacciones químicas que implican a otras especies en la atmósfera. En la tropósfera, el ser humano influye sobre el ozono principalmente mediante cambios en los gases precursores que conducen a su formación, mientras que en la estratósfera, el ser humano influye principalmente a través de cambios en las tasas de eliminación del ozono causados por los clorofluorocarbonos (CFC) y otras sustancias que eliminan el ozono.

2.2.5. Dióxido de carbono

El dióxido de carbono (CO_2) es un gas incoloro, denso y poco reactivo, forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la tierra) actualmente está en una proporción de 350 ppm. Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno.

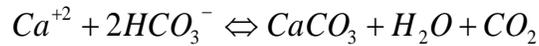
El balance del dióxido de carbono es sumamente complejo por las interacciones que existen entre la reserva atmosférica de este gas, las plantas que lo consumen en el proceso de fotosíntesis y el transferido desde la tropósfera a los océanos.

2.2.5.1 Ciclo del dióxido de carbono.

El ciclo del dióxido de carbono comprende, primero un ciclo biológico donde se producen intercambios de carbono entre la respiración de los seres vivos y la atmósfera. La retención del carbono se produce a través de la fotosíntesis de las plantas, y la emisión a la atmósfera, a través de la respiración animal y vegetal. Este proceso es relativamente corto y puede renovar el carbono de toda la tierra en 20 años.

Segundo tenemos un ciclo biogeoquímico más extenso que el biológico y que regula la transferencia entre la atmósfera y los océanos y el suelo (litósfera). El CO_2 emitido a la atmósfera. Si supera al contenido en los océanos, ríos, etc., es absorbido con facilidad por el agua, convirtiéndose en ácido carbónico (H_2CO_3). Este ácido débil influye sobre los silicatos que constituyen las rocas y se producen los iones bicarbonato (HCO_3^-). Los iones bicarbonato son asimilados por los animales acuáticos en la formación de sus tejidos. Una vez que estos seres vivos mueren, quedan depositados en los sedimentos calcáreos de los fondos marinos. Finalmente, el CO_2 vuelve a la atmósfera durante las erupciones volcánicas, al fusionarse en combustión las rocas con los restos de los seres vivos. Los grandes depósitos de piedra caliza en el lecho del océano, así como en depósitos acotados en la superficie son verdaderos reservorios de CO_2 .

En efecto, el calcio soluble reacciona con los iones bicarbonato del agua (muy solubles) del siguiente modo:



En algunas ocasiones, la materia orgánica queda sepultada sin producirse el contacto entre ésta y el oxígeno, lo que evita la descomposición aerobia y, a través de la fermentación, provoca la transformación de esta materia en carbón, petróleo y gas natural.

2.2.6 Estándares Nacionales de calidad ambiental del aire

La evaluación y monitoreo de la calidad del aire en el Perú, es competencia del Ministerio de Salud, y en lo que corresponde a la provincia de Cusco en la Dirección Regional de Salud Ambiental – (DIRESA).

Tabla 1

Estándares Nacionales de Calidad del Aire

N° CAS	AGENTE QUÍMICO	LÍMITES ADOPTADOS	Peso	N° CAS	AGENTE QUÍMICO	LÍMITES ADOPTADOS
			Molecular			
			<gramos>			TWA
		TWA	STEL			Ppm
		Ppm	mg/m ³			
7446-09-5	Dióxido de azufre	2	5,2	7446-09-5	Dióxido de azufre	2
124-38-9	Dióxido de carbono	5000	9000	124-38-9	Dióxido de carbono	5000

Fuente: MINISTERIO DE SALUD-VALORES LÍMITE PERMISIBLES DE AGENTES QUÍMICOS EN EL AMBIENTE DE TRABAJO 0.5. N° 015-2005-SA

- **TWA:** Medida ponderada en el tiempo. Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración de un trabajador en una jornada de 8 horas.
- **STEEL:** Exposición de corta duración. Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador para cualquier periodo de 15 minutos a lo largo de la jornada.

2.2.8. Efectos de los hidrocarburos

La explotación del petróleo y gas natural (recursos minerales procedentes de la generación y acumulación natural de hidrocarburos), requiere previamente una fase exploratoria para la ubicación y localización de los posibles yacimientos de hidrocarburos (sustancias minerales compuestas por combinaciones de carbono e hidrógeno junto a pequeños porcentajes de otros minerales).

La existencia en la naturaleza de estos yacimientos de hidrocarburos, depende de la coincidencia en el tiempo geológico de los siguientes elementos:

Una roca madre en la que se han generado los hidrocarburos a partir de acumulaciones masivas de sedimentos orgánicos.

Una roca almacén compuesta de areniscas o calizas, porosas y permeables, a la que han migrado, dada su movilidad como fluidos, el petróleo y gas natural generados en la roca madre.

El problema principal de los hidrocarburos es su transporte y explotación, solo para tener idea si no se tiene el debido cuidado si el petróleo se combina con el agua se esparce rápidamente, debido

a la existencia de una importante diferencia de densidades entre ambos líquidos, llegando a ocupar extensas áreas, y dificultando por lo tanto sus posibilidades de limpieza. El impacto es alarmante ya que imposibilita la interacción entre la flora y la fauna marina con la atmósfera, obstruyendo así el ciclo natural de vida. Si las sustancias contaminantes alcanzan la costa, debido a la alta permeabilidad de la arena, los hidrocarburos pueden penetrar hacia el subsuelo contaminando las napas y dejando rastros irreparables en los reservorios de agua dulce. Anualmente se vierten al mar entre 3 y 4 millones de toneladas de petróleo. Las actividades de exploración y explotación de los fondos marinos, constituyen una muy importante fuente de contaminación. Otra importante causa de contaminación, la constituyen los vertidos de desechos industriales, que llegan a poseer altas concentraciones de los derivados más peligrosos de los hidrocarburos.

Si nos trasladamos al medio atmosférico notamos que en la mayoría de las ocasiones se culpabiliza al CO_2 , pero también los hidrocarburos emanan muchos otros gases contaminantes:

Los hidrocarburos: El principal gas de estas características que poluciona la atmósfera es el metano. En un estudio realizado en la ciudad de Los Ángeles entre 1970 y 1972 indico que en la contaminación por hidrocarburos el metano representaba el 85% del total, los alcanos el 9%, los alquenos el 2.7%, los alquinos el 1% y los aromáticos el 2.3%.

El monóxido de carbono: Está considerado como un peligroso gas asfixiante porque se combina fuertemente con la hemoglobina de la sangre reduciendo la oxigenación de los tejidos celulares.

El dióxido de carbono: La mayor parte del CO_2 se produce en la respiración de las biocenosis y, sobre todo, en las combustiones de productos fósiles (petróleo y carbón), el CO_2 es un componente del aire es utilizado por los vegetales en la fotosíntesis.

El grado de CO₂ en la atmósfera está aumentando de modo alarmante durante las últimas décadas, debido al desarrollo industrial. Por otra parte se sabe que al aumentar la concentración de CO₂ en la atmósfera aumenta la energía en forma de calor que queda en la tierra procedente del sol, este efecto se conoce como el efecto invernadero, es causado por la transparencia del CO₂ que por una parte permite pasar mejor la radiación solar y por otra provoca una mayor retención de la radiación IR emitida desde la tierra aumentando la temperatura global de la tierra.

2.2.9. Efectos nocivos sobre la salud de la contaminación del aire y el patrimonio

Muchos estudios han relacionado la contaminación del aire con una amplia gama de efectos sobre la salud, pero dado que la mezcla contaminante contiene numerosas sustancias diferentes, por eso es difícil vincular problemas sanitarios específicos con un determinado contaminante. Los efectos detectados podrían ser consecuencia de uno o varios contaminantes del aire.

Una capa de aire frío quedó atrapada debajo de una capa de aire caliente, de modo que no podía elevarse. Este fenómeno, conocido como inversión térmica, crea un techo natural, atrapando el aire contaminado cerca del suelo. La inversión térmica duró cuatro días en diciembre. Dado que el clima había sido frío, la gente de Londres quemó gran cantidad de carbón, lo que formó una niebla de radiación por toda la ciudad. Los datos explican que murieron aproximadamente 4.000 personas a causa de la niebla y muchas más sufrieron graves problemas respiratorios.

Las partículas grandes de contaminantes del aire pueden afectar especialmente a las vías respiratorias superiores de los pulmones, mientras que las partículas más pequeñas pueden llegar a las vías aéreas más pequeñas y a los alvéolos situados en lo más profundo de los pulmones.

Las personas expuestas a contaminantes del aire podrían experimentar efectos a corto o largo plazo dependiendo de estos factores. Se ha observado una vinculación entre la contaminación de las ciudades y el incremento de las consultas de urgencias de los hospitales y los ingresos hospitalarios debidos a enfermedades como lo son las IRAS (Infecciones Respiratorias Agudas), enfermedades cardíacas y accidentes cerebro vasculares.

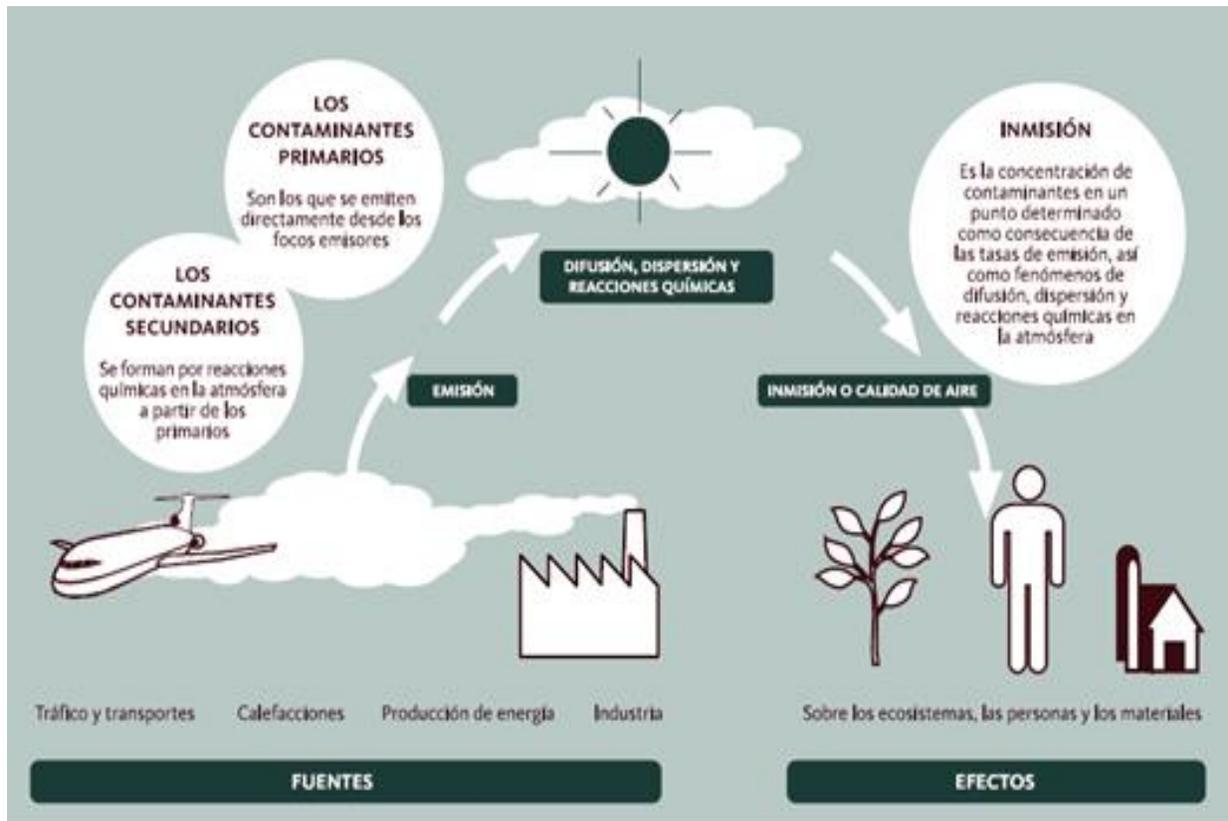
Los siguientes síntomas y enfermedades han sido relacionados con la contaminación del aire;

- Tos crónica
- Flemas
- Infección pulmonar
- Cáncer de pulmón
- Enfermedad cardíaca
- Ataque al corazón

El siguiente grafico muestra el rango de efectos que pueden producirse y el número de personas afectadas por estos efectos.

Figura 2

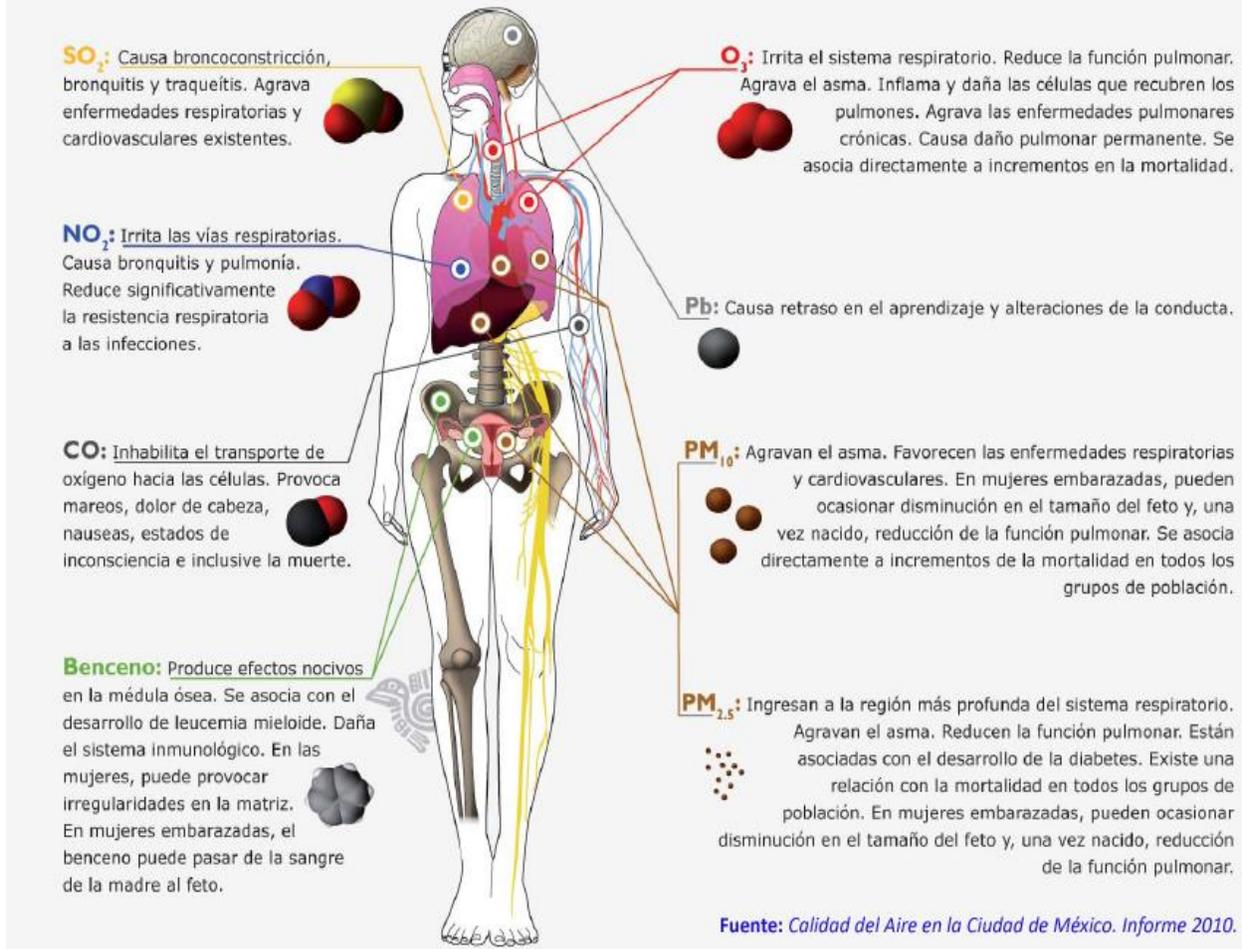
LAS CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS MÁS IMPORTANTES.



FUENTE: ((<http://ecodes.org/salud-calidad-aire/201302176118/Las-causas-de-la-contaminacion-atmosferica-y-los-contaminantes-atmosfericos-mas-importantes>))

Figura 3

EFFECTOS DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE EN LA SALUD



FUENTE: (<http://nuestraesfera.cl/archivo-de-recursos/efectos-de-los-contaminantes-del-aire-en-la-salud/>)

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO: LOCALIZACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA

El estudio se realizó en la provincia del Cusco tomando como referencia 5 puntos de monitoreo estratégicos; San Jerónimo (centro de salud sur), UNSAAC frontis), Wanchaq (Municipio), Plaza De Armas Del Cusco (Templo de la compañía) y Ttío (CLAS TTIO). Estos puntos estratégicos representan las estaciones de monitoreo ambiental.

3.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es cuantitativo, porque utiliza procedimientos estadísticos; observacional, porque no existe intervención del investigador, los datos no reflejan la evolución natural de los eventos; retrospectivo, porque los datos se recogen de registros donde el investigador no tuvo participación y no puede dar fe de la exactitud de las mediciones y transversal, porque la variable es medida en una sola ocasión. (SUPO, 2017)

El nivel de investigación es descriptivo porque el análisis estadístico es univariado (una sola variable), y solo describe parámetros en la población de estudio a partir de una sola muestra, asea los valores promedios mensuales de CO₂ en la provincia del Cusco del año 2017

Tabla 2

Variable	Indicadores
Concentración de CO₂	Índices de niveles de concentración de CO ₂ en partes por millón (ppm) en cinco zonas de la provincia del Cusco.
Fuente: Elaboración propia	

3.3. UNIDAD DE ANALISIS

La unidad de análisis está conformado por muestras de valores promedios mensuales de CO₂ en cinco lugares estratégicos diferentes de la provincia del Cusco. Los datos correspondientes al centro de monitoreo del CLAS de Ttío corresponden a valores promedios mensuales obtenidos del Instituto de Energía y Atmósfera – Gobierno Regional del Cusco, y los datos obtenidos por los otros 4 centros de monitoreo corresponden al SHELTER (equipos de monitoreo ambiental, correspondiente a la UNSAAC).

3.4. POBLACION DE ESTUDIO

La población de estudio estará constituida por muestras de dióxido de carbono tomadas en el año 2017, en cinco zonas estratégicas de la provincia del Cusco como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3*Ubicación de los 5 puntos de monitoreo*

PUNTOS	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	UTM		
				NORTE	NORTE	NORTE
1	JER	San Jerónimo (centro de salud sur)	Prolongación Av. La Cultura. centro de salud sur	187227	8500609	3246 m
2	DES	UNSAAC (frontis)	Av. La Cultura. UNSAAC	180131	8502929	3378 m
3	WAN	Wanchaq-Municipio	Av. La Cultura. Altura del colegio Garcilaso	8503259	8503259	3406 m
4	PLAZA	Plaza De Armas Del Cusco	Plaza de armas altura del templo de la compañía.	179614	8502865	3400 m
5	TTIO	Ttío (CLAS TTIO)	Av. 28 de Julio	177571	8502865	3291m

FUENTE: Elaboración propia**3.5. SELECCIÓN DE MUESTRA**

Las muestras fueron proporcionadas por SHELTER Y el Instituto de Energía y Atmósfera – Gobierno Regional del Cusco. El cual escoge cinco puntos estratégicos en la provincia del Cusco.

3.6. TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS

La técnica de investigación empleada en este estudio es la observación y de tipo documental.

Los instrumentos de investigación utilizados fueron ficha de observación y de registro de datos. Dichos datos fueron detectados por el equipo ANALIZADOR DE CO₂ SERINIUS 31 MARCA ECOTECH el cual utiliza infrarrojos no dispersivos y espectroscopia de correlación de gases, para proporcionar precisión al obtener datos de uno por cada ds. Este equipo lo utiliza el SHELTER (equipo de monitoreo de la UNSAAC) el cual proporciono los datos correspondientes a cuatro puntos de monitoreo los cuales son; San Jerónimo (centro de salud sur), UNSAAC frontis), Wanchaq (Municipio), Plaza De Armas Del Cusco (Templo de la compañía). El mismo equipo lo utiliza el Instituto de Energía y Atmósfera – Gobierno Regional; el cual proporciono los datos del punto de monitoreo correspondiente a Ttío (CLAS TTIO), esto se tomó ya que el SHELTER no tenía procesados dichos datos. Todos estos datos fueron procesados y promediados mensualmente en el año 2017 de enero a diciembre, los cuales se muestran en la tabla 4.

CAPÍTULO IV

4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información obtenida se consolida en una base de datos en Excel y las técnicas estadísticas empleadas para el análisis de datos son la prueba de hipótesis “t student” e intervalos de confianza.

4.1.1. Dióxido de Carbono (CO₂), año 2017 – SHELTER e Instituto de Energía y Atmósfera – Gobierno Regional del Cusco.

Tabla 4

Valores promedios de CO₂ por meses en el año 2017 (ppm), correspondientes a los 5 puntos de monitoreo

MES	CO ₂ (ppm)				
	Sn. Jerónimo (JER)	Puerta Unsaac (UNS)	Plaza de Armas (PA)	Wanchaq (WAN)	Clas Ttio (CTT)
Enero	4249.46	3950.03	3173.33	3615.72	2176.81
Febrero	4083.61	3170.42	3141.03	3695.62	2219.28
Marzo	3988.90	3927.20	3119.79	3627.43	2246.07
Abril	2160.37	2937.04	2159.71	858.22	1195.72
Mayo	3121.03	3909.82	2762.27	3481.53	950.92
Junio	4103.56	3958.24	2015.95	3547.83	959.78
Julio	4161.84	4100.23	1869.86	3812.28	1022.84
Agosto	4346.11	4257.65	1791.90	3822.87	2070.16
Setiembre	3490.09	3496.18	1683.12	2849.79	2246.03
Octubre	1827.81	3608.86	1624.29	3208.52	2362.39
Noviembre	1888.65	1913.27	1682.31	1916.05	2533.54
Diciembre	3819.68	3674.79	1683.02	2936.97	2537.39

FUENTE: Elaboración propia.

4.1.2. Nivel de concentración de dióxido de carbono (CO₂) (en ppm) en el medio ambiente de la ciudad del Cusco.

Tabla 5

Concentración de CO₂ en los cinco puntos estratégicos de la provincia del Cusco.

Ubicación	Estadísticos para una muestra			Prueba t-student				
	N	Media ppm	Desviación típ.	t _{exp}	Gl	p-valor	Límite Inferior ppm	Límite superior ppm
JER	12	3436.76	955.59	-16.09	11	2.71908E-09	2160.37	4346.11
UNS	12	3575.31	647.72	-23.00	11	5.95026E-11	1913.27	4257.65
PA	12	2225.55	634.76	-30.83	11	2.47631E-12	1624.29	3141.03
WAN	12	3114.40	894.46	-18.44	11	6.38546E-10	858.22	3822.87
CTT	12	1876.74	640.47	-32.44	11	1.42164E-12	950.92	2537.39

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla 5, se concluye que en las cinco zonas de muestreo JER (San Jerónimo), UNS (Frontis de la UNSAAC), PA(Plaza de Armas), WAN (Wanchaq) y CTT (Clas Ttio) no hay diferencia significativa con el límite permisible de contaminación de aire por CO₂ (9 000 000 µg/m³ - N° 015-2005-SA MINSA) registrándose por debajo de este con valores en un intervalo de [2160.37 – 4346.11] ppm , [1913.27 – 4257.65] ppm, [1624.29 – 3141.03] ppm, [858.22 – 3822.87] µg/m³ y [950.92 – 2537.39] ppm respectivamente.

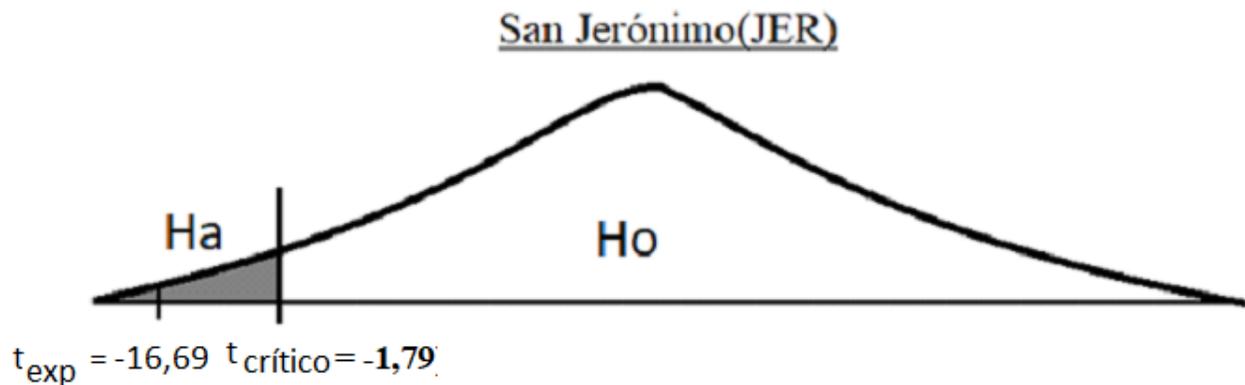
4.1.3. Nivel de contaminación del aire por Dióxido de Carbono (CO₂) en San Jerónimo.

Para evaluar el nivel de contaminación en los diferentes puntos de muestreo, se debe formular la siguiente hipótesis

H₀: La concentración de dióxido de carbono en San Jerónimo supera los límites permisibles (sea mayor o igual a 7875 ppm)

H_a: La concentración de dióxido de carbono en San Jerónimo no supera los límites permisibles (debe ser menor a 7875 ppm)

Gráfico 1: Afirmación de H_a, (t_{crítico} = -1,79)

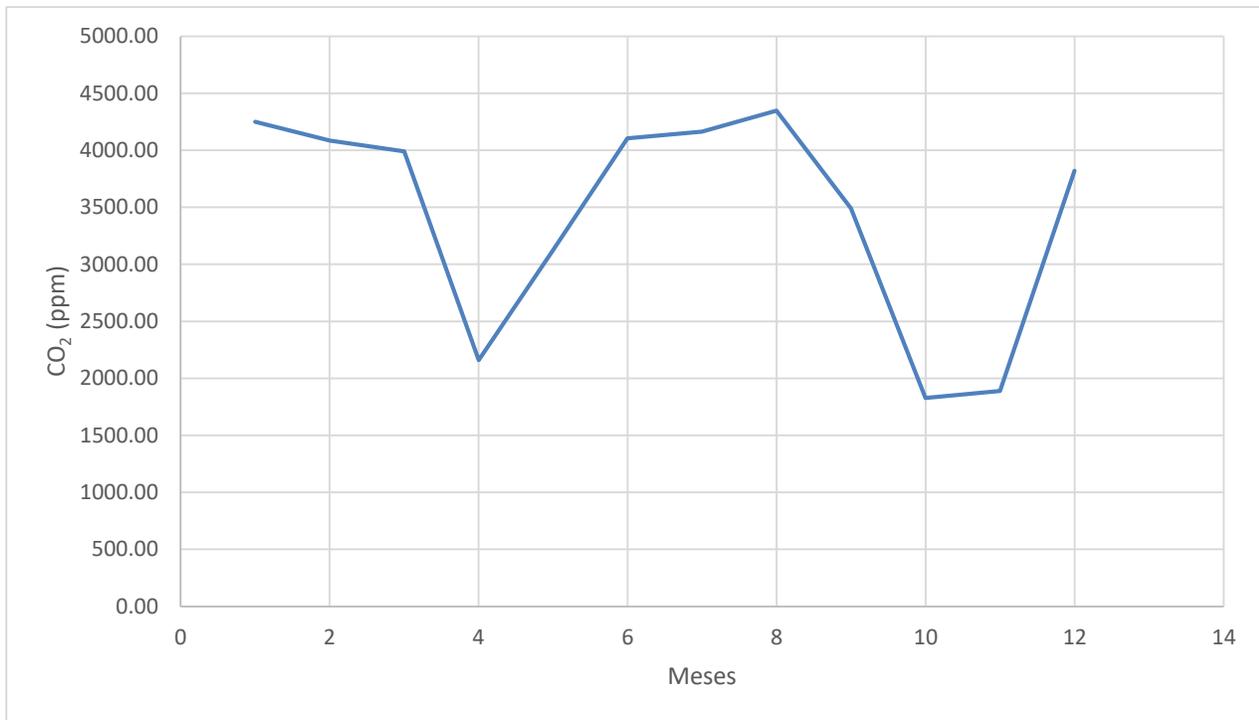


Fuente: Estudios realizados

Al 95% de confianza de la prueba t-student mostrada en la tabla 5, se concluye que la concentración de dióxido de carbono en San Jerónimo no supera los límites permisibles (es menor de 7875 ppm); (p-valor = 2,71908E-09 < 0,05).

Esta información se ilustra en el siguiente gráfico 2:

Gráfico 2: Distribución de concentración de CO₂ (ppm) por mes, para el punto JER (SAN JERÓNIMO).



Fuente: Estudios Realizados

Análisis:

En dicha gráfica se aclara lo siguiente:

ECA anual (7875 ppm).

1 - 12, corresponde a los meses de enero a diciembre del año 2017.

Para el punto de muestreo JER, el comportamiento de contaminación por dióxido de carbono CO₂ en el año 2017 no ha pasado el límite permisible en todos los meses, registrándose valores altos en enero y agosto. El valor más bajo en abril, octubre y noviembre.

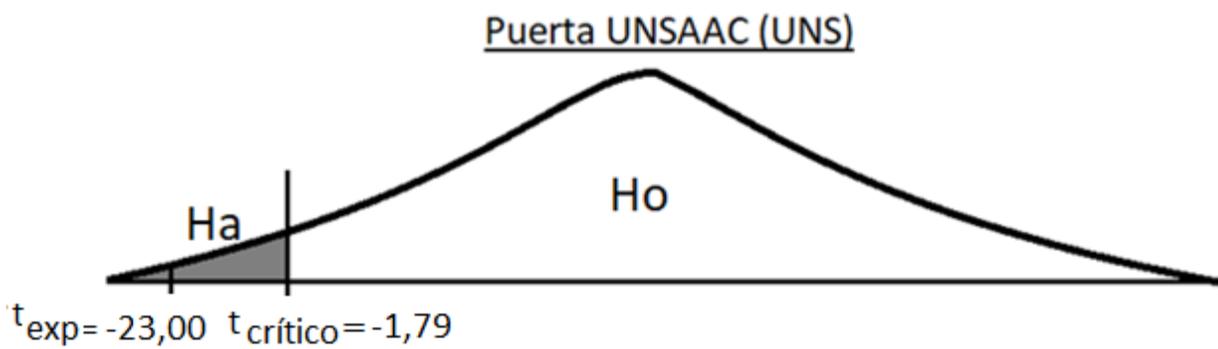
4.1.4. Nivel de contaminación del aire por Dióxido de Carbono (CO₂) en UNS (Puerta UNSAAC).

Para evaluar el nivel de contaminación en los diferentes puntos de muestreo, se debe formular la siguiente hipótesis

H₀: La concentración de dióxido de carbono en UNS supera los límites permisibles (sea mayor o igual de 7875 ppm)

H_a: La concentración de dióxido de carbono en UNS no supera los límites permisibles (menor 7875 ppm)

Gráfico 3: Afirmación de H_a, ($t_{\text{crítico}} = -1,79$)

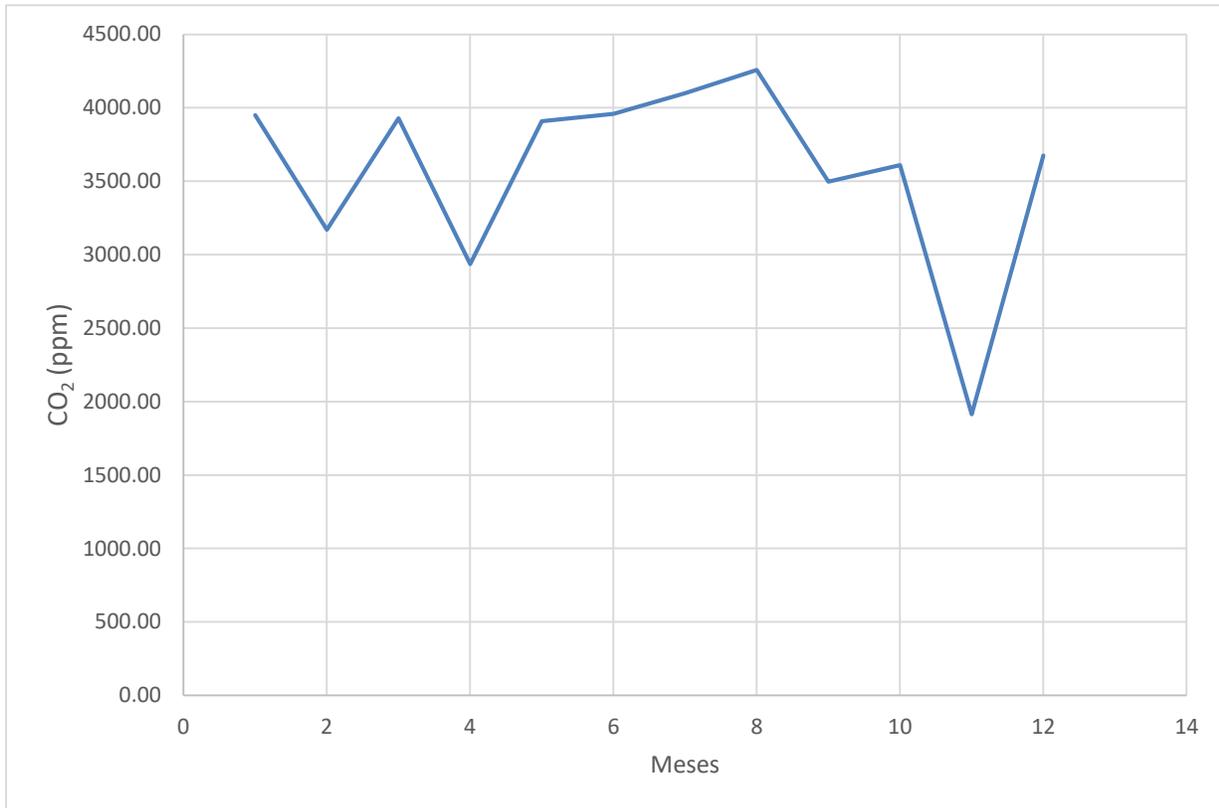


Fuente: Estudios realizados

Al 95% de confianza de la prueba t-student mostrada en la tabla 5, se concluye que la concentración de dióxido de carbono en UNS no supera los límites permisibles (es menor a 7875 ppm) (p-valor = $5.95026E-11 < 0,05$)

Esta información se ilustra en el siguiente gráfico 4:

Gráfico 4. Distribución de dióxido de carbono CO₂ (en µg/m³) por mes, para el punto UNS (PUERTA UNSAAC).



Fuente: Estudios Realizados

Análisis:

En dicha gráfica N° 02 se aclara lo siguiente:

ECA anual (7875 ppm).

1 - 12, corresponde a los meses de enero a diciembre del año 2017.

Para el punto de muestreo UNS (Puerta de la UNSAAC), el comportamiento de contaminación por dióxido de carbono CO₂ en el año 2017, en todos los meses, no ha pasado el límite permisible. Registrándose el valor más alto en agosto y el valor más bajo en el mes de noviembre.

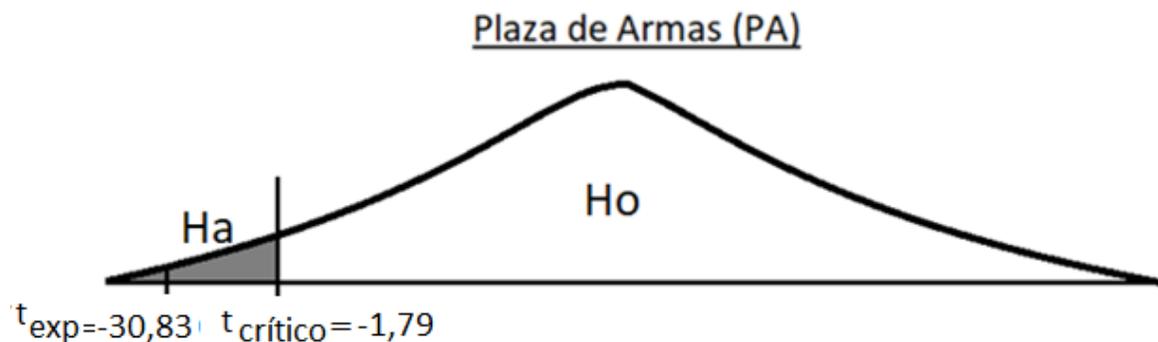
4.1.5. Nivel de contaminación del aire por Dióxido de Carbono (CO₂) en PA (Plaza de Armas).

Para evaluar el nivel de contaminación en los diferentes puntos de muestreo, se debe formular la siguiente hipótesis

H₀: La concentración de dióxido de carbono en Plaza de Armas supera los límites permisibles (sea mayor o igual de 7875 ppm)

H_a: La concentración de dióxido de carbono en Plaza de Armas no supera los límites permisibles (menor de 7875 ppm)

Gráfico 5: Afirmación de H_a, ($t_{\text{crítico}} = -1,79$)



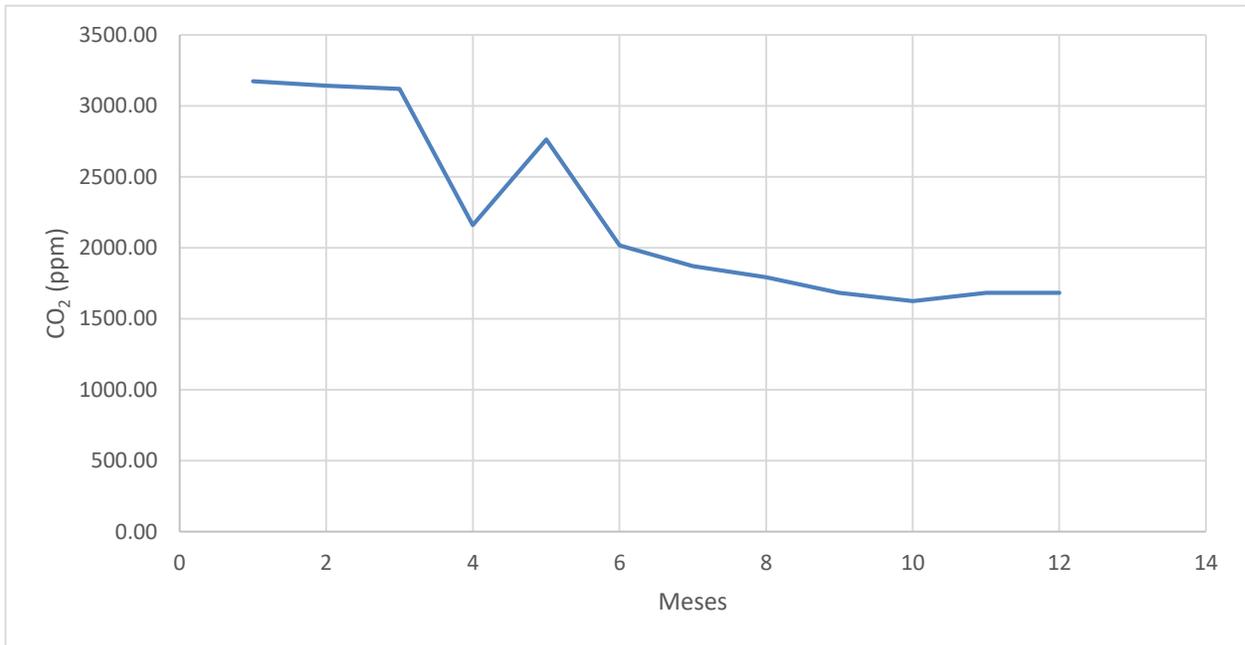
Fuente: Estudios realizados

Al 95% de confianza de la prueba t-student mostrada en la tabla 5, se concluye que La concentración de dióxido de carbono en Plaza de Armas no supera los límites permisibles (es menor de 7875 ppm)

(p-valor = 2.47631E-12 < 0,05)

Esta información se ilustra en el siguiente gráfico 6:

Gráfico 6. Distribución de concentración de CO₂ (ppm) por mes, para el punto PA (PLAZA DE ARMAS).



Fuente: Estudios Realizados

Análisis:

En dicha gráfica se aclara lo siguiente:

ECA anual (7875 ppm).

1 - 12, corresponde a los meses de enero a diciembre del año 2017.

Para el punto de muestreo PA (Plaza de Armas del Cusco), el comportamiento de contaminación por dióxido de carbono CO₂ en el año 2017 no ha pasado el límite permisible en

todos los meses de estudio, registrándose un valor alto en los meses de enero, febrero y marzo y valores bajos en el mes de noviembre.

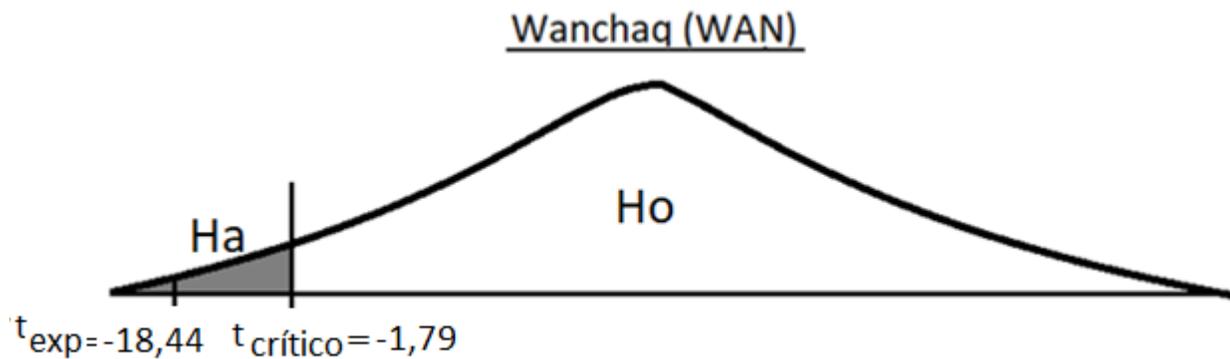
4.1.6. Nivel de contaminación del aire por dióxido de carbono (CO₂) en WAN (Wanchaq).

Para evaluar el nivel de contaminación en los diferentes puntos de muestreo, se debe formular la siguiente hipótesis:

H₀: La concentración de dióxido de carbono en el Distrito de Wanchaq (WAN) supera los límites permisibles (sea mayor o igual de 7875 ppm)

H_a: La concentración de dióxido de carbono en WAN no supera los límites permisibles (menor de 7875 ppm).

Gráfico 7: Afirmación de H_a, (t crítico = -1,79)

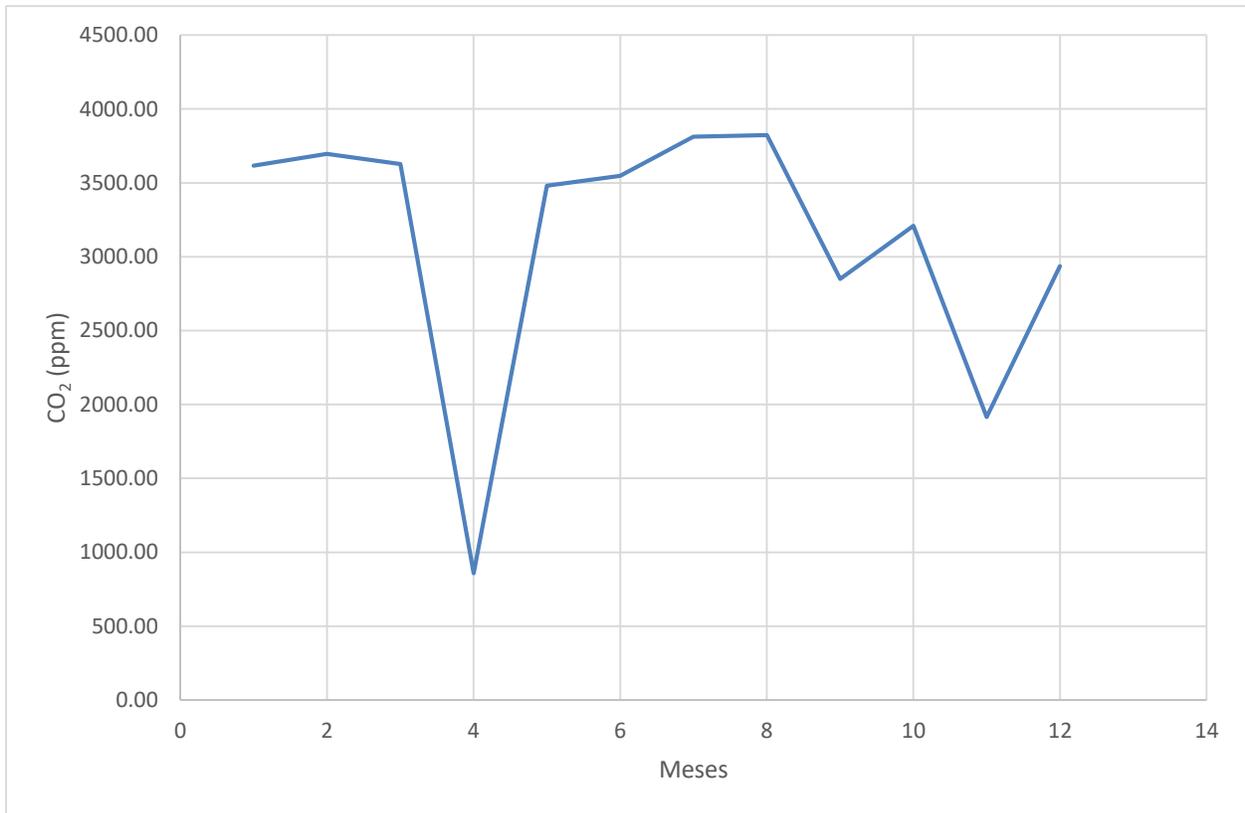


Fuente: Estudios realizados

Al 95% de confianza de la prueba t-student mostrada en la tabla 5, se concluye que, la concentración de dióxido de carbono en Wanchaq no supera los límites permisibles (es menor de 7875 ppm) (p-valor = $6.38546E-10 < 0,05$).

Esta información se ilustra en el siguiente gráfico 8:

Gráfico 8. Distribución de concentración de CO₂ (en µg/m³) por mes, para el punto wan (WANCHAQ).



Fuente: Estudios Realizados

Análisis:

En dicha gráfica se aclara lo siguiente:

ECA anual (7875 ppm).

1 - 12, corresponde a los meses de enero a diciembre del año 2017.

Para el punto de muestreo WAN (Wanchaq), el comportamiento de contaminación por dióxido de carbono CO_2 en el año 2017, en todos los meses, no ha pasado el límite permisible. Registrándose un valor alto en el mes diciembre y un valor bajo en el mes de mayo.

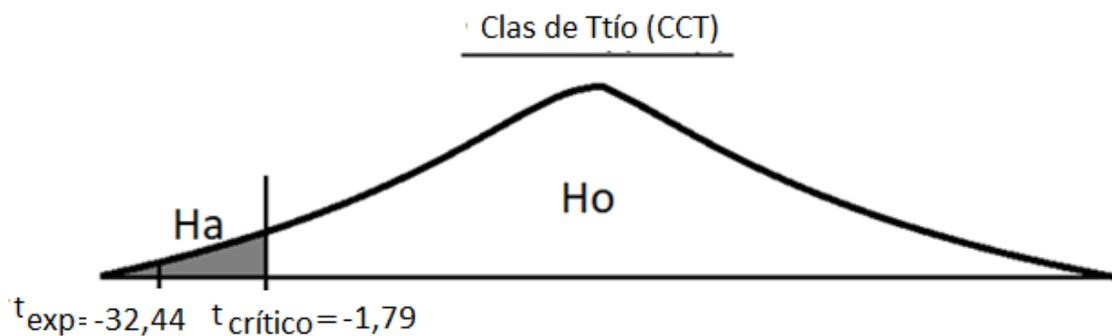
4.1.7. Nivel de contaminación del aire por Dióxido de Carbono (CO_2) en CTT (Clas Ttio).

Para evaluar el nivel de contaminación en los diferentes puntos de muestreo, se debe formular la siguiente hipótesis.

H₀: La concentración de dióxido de carbono en el Clas Ttío (CTT) supera los límites permisibles (sea mayor o igual de 7875 ppm)

H_a: La concentración de dióxido de carbono en CTT no supera los límites permisibles (menor de 7875 ppm)

Gráfico 9: Afirmación de H_a, ($t_{\text{crítico}} = -1,79$)

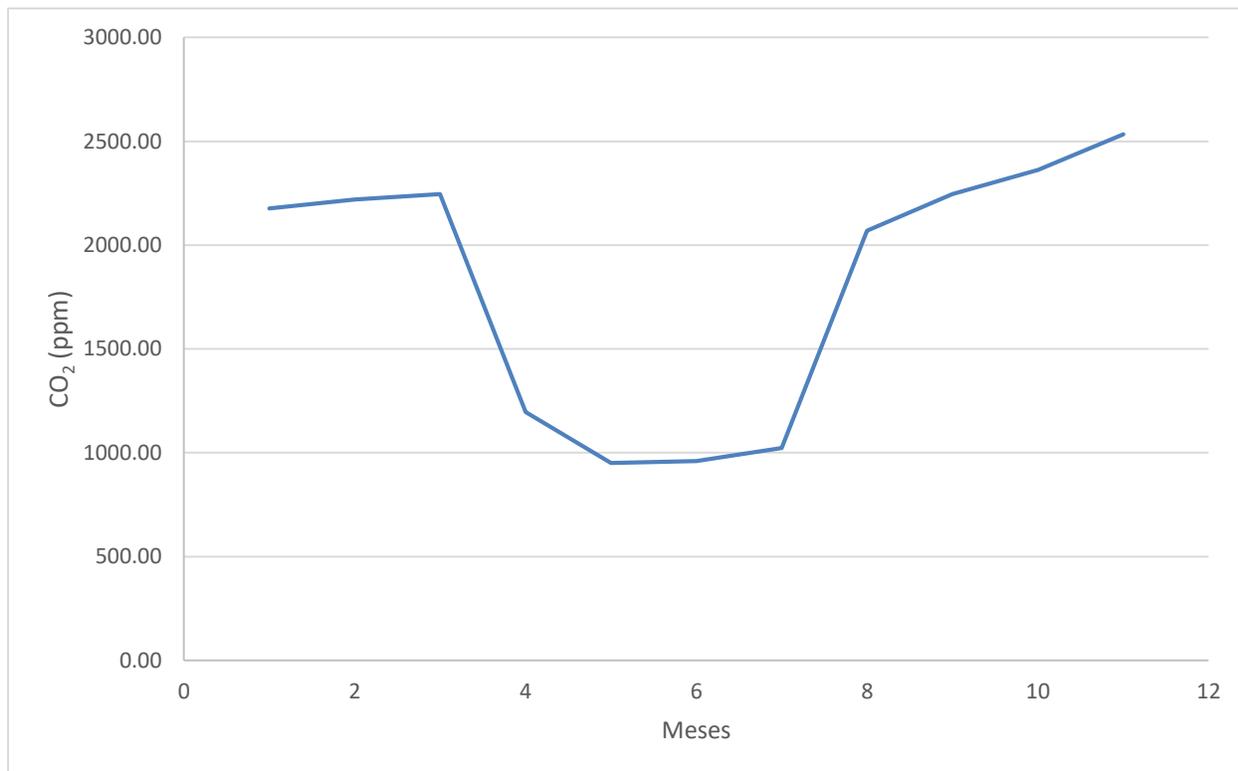


Fuente: Estudios realizados

Al 95% de confianza de la prueba t-student mostrada en la tabla 5, se concluye que la concentración de dióxido de carbono en Clas Ttío no supera los límites permisibles (es menor de 7875 ppm), ($p\text{-valor} = 1.42164\text{E-}12 < 0,05$).

Esta información se ilustra en el siguiente gráfico 10:

Gráfico 10. Distribución de concentración de CO₂ (ppm) por mes, para el punto CTT



Fuente: Estudios Realizados

Análisis:

En dicha gráfica se aclara lo siguiente:

ECA anual (7875 ppm).

1 - 12, corresponde a los meses de enero a diciembre del año 2017.

Para el punto de muestreo CTT, el comportamiento de contaminación por dióxido de carbono CO₂ en el año 2017, en todos los meses, no ha pasado el límite permisible.

Registrándose un valor alto Estando por encima o muy cercano a este límite los meses de febrero y diciembre.

Comportamiento de CO₂ por lugar y año

Tabla 6

Medias por Mínimos Cuadrados para CO₂ con intervalos de confianza del 95.0%.

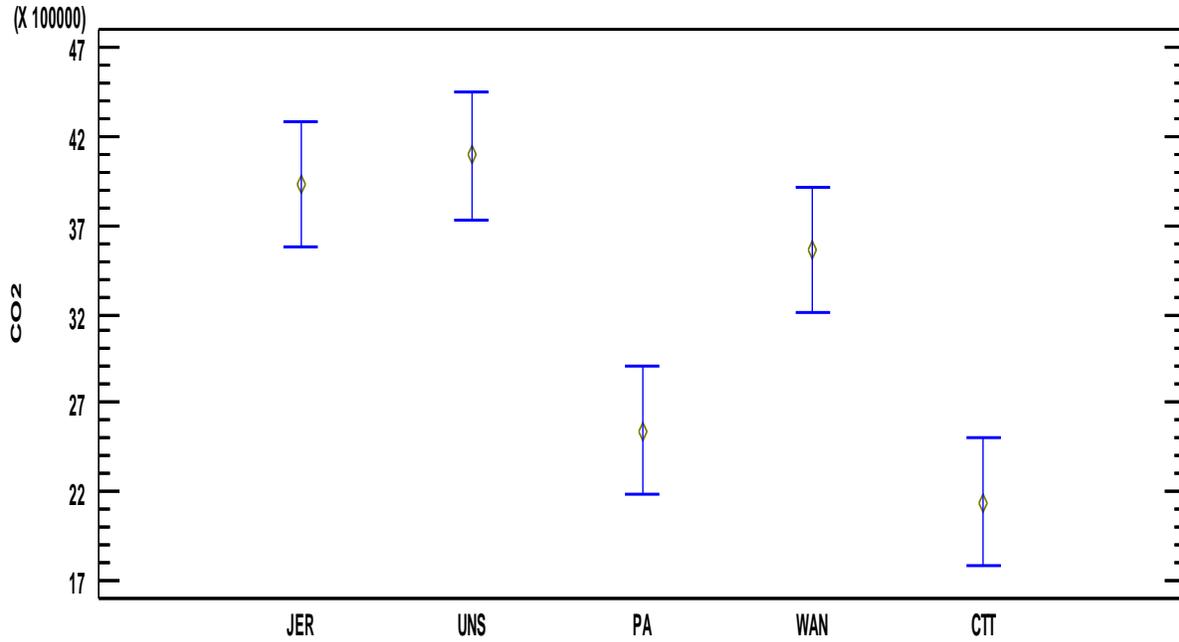
Nivel	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
		ppm	ppm	ppm	ppm
UBICACIÓN					
1	12	3436.76	275.86	1827.81	4346.11
2	12	3575.31	186.98	1913.27	4257.65
3	12	2225.55	183.24	1624.29	3173.33
4	12	3114.40	258.21	858.22	3822.87
5	12	1876.74	184.89	950.92	2537.39
MESES					
1	5	3433.07	361.44	2176.81	4249.46
2	5	3261.99	314.11	2219.28	4083.61
3	5	3381.88	322.87	2246.07	3988.90

4	5	1862.21	373.15	858.22	2937.04
5	5	2845.11	510.37	950.92	3909.82
6	5	2917.07	613.70	959.78	4103.56
7	5	2993.41	648.32	1022.84	4161.84
8	5	3257.74	550.58	1791.90	4346.11
9	5	2753.04	354.02	1683.12	3496.18
10	5	2526.37	385.08	1624.29	3608.86
11	5	1986.76	143.47	1682.31	2533.54
12	5	2930.37	390.86	1683.02	3819.68
AÑO					
2017	60	2845.75	129.90	858.22	4346.11

Fuente: Estudios Realizados

1, 2, 3, 4 y 5 son las zonas de muestreo: JER, UNS, PA, WAN Y CTT; respectivamente.

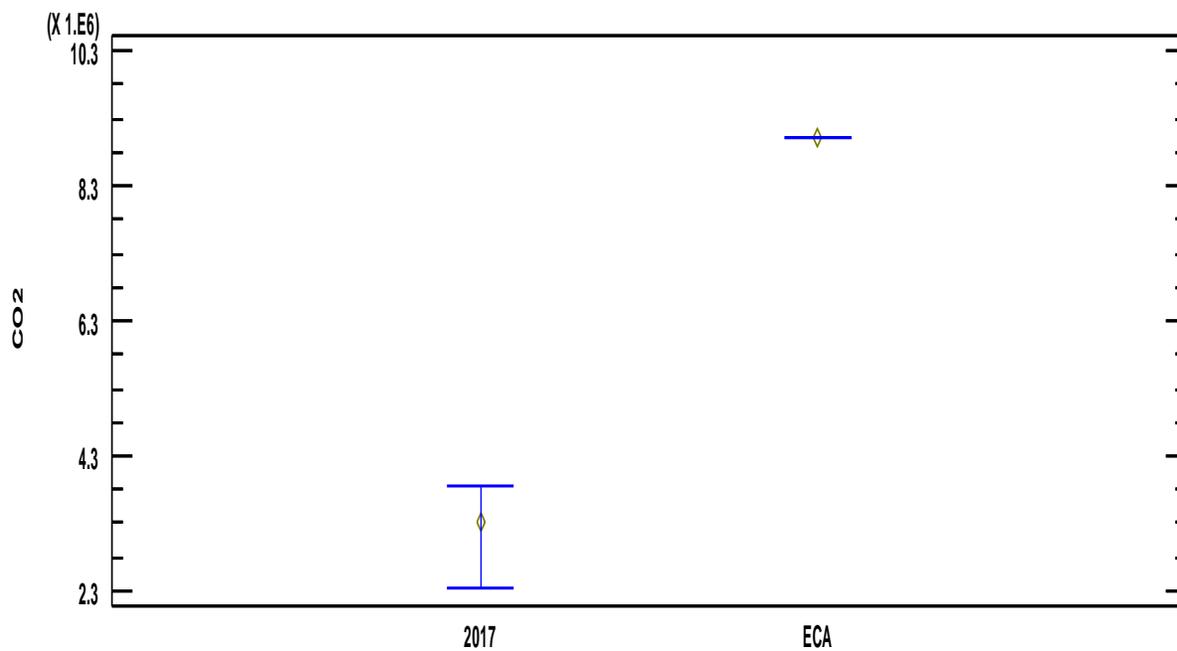
Gráfico 11. Distribución de concentración de CO₂ (en µg/m³) por puntos de muestreo.



Fuente: Estudios Realizados

De la tabla 6 y el gráfico 11, se aprecia que hay mayor contaminación de dióxido de carbono en punto de muestreo UNS (Puerta de la UNSAAC), seguido del punto de muestreo JER (San Jerónimo). Siendo la zona de muestreo CTT la que presenta menor valor en contaminación de dióxido de carbono CO₂.

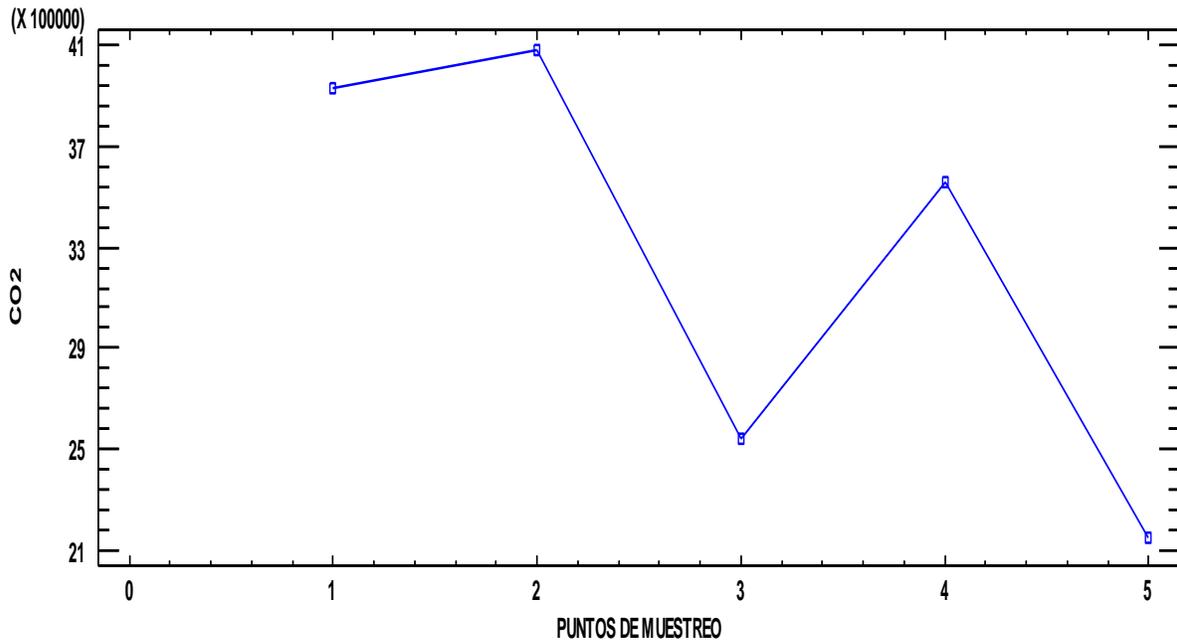
Gráfico 12. Distribución de concentración de CO2 (en ppm) en el año 2017.



Fuente: Estudios Realizados

De la tabla 6 y el gráfico 12, se aprecia que la contaminación por dióxido de carbono en el año 2017 estuvo $5747711 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por debajo del límite permisible (ECA de $9\ 000\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Gráfico 13. Distribución de concentración de CO₂ (en ppm) por puntos de muestreo en el año 2017.



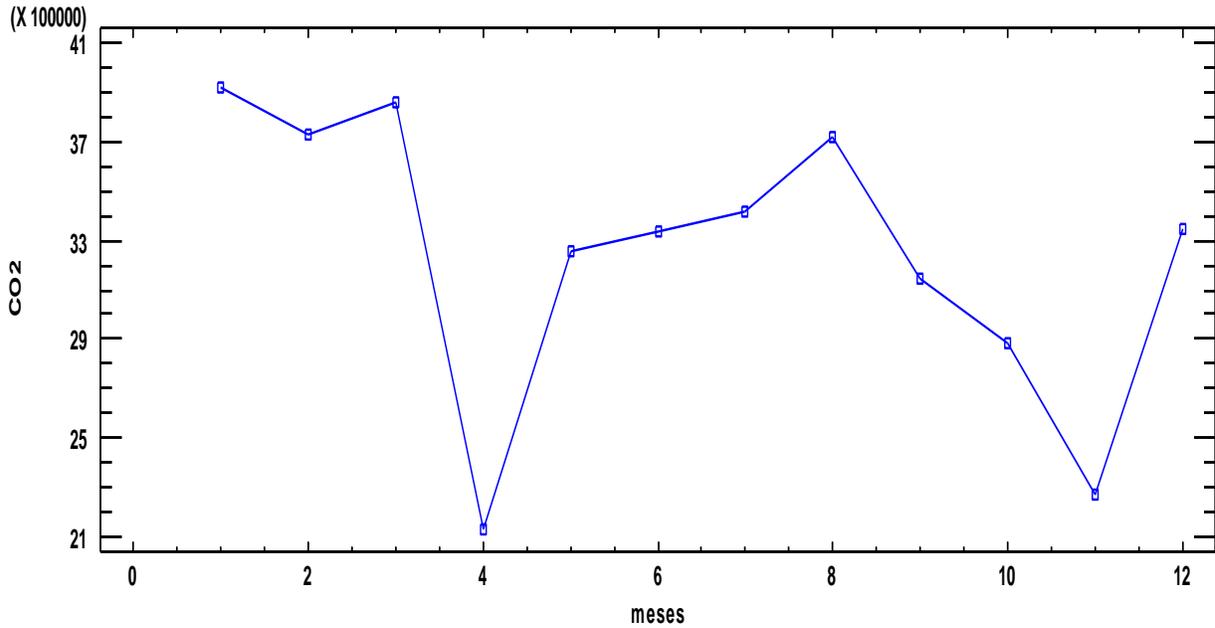
Fuente: Estudios Realizados

Análisis:

En dicha gráfica se aclara lo siguiente:

De la tabla 5 y el gráfico 13, se aprecia que el comportamiento de menor y mayor contaminación de dióxido de carbono CO₂ en los puntos de muestreo en el año 2017, es decir en este año la zona UNS (puerta de la UNSAAC), ha presentado mayor contaminación, seguido de la zona JER (centro de salud de San Jerónimo), siendo la de menor contaminación en promedio la zona CTT (CLAS de Ttio).

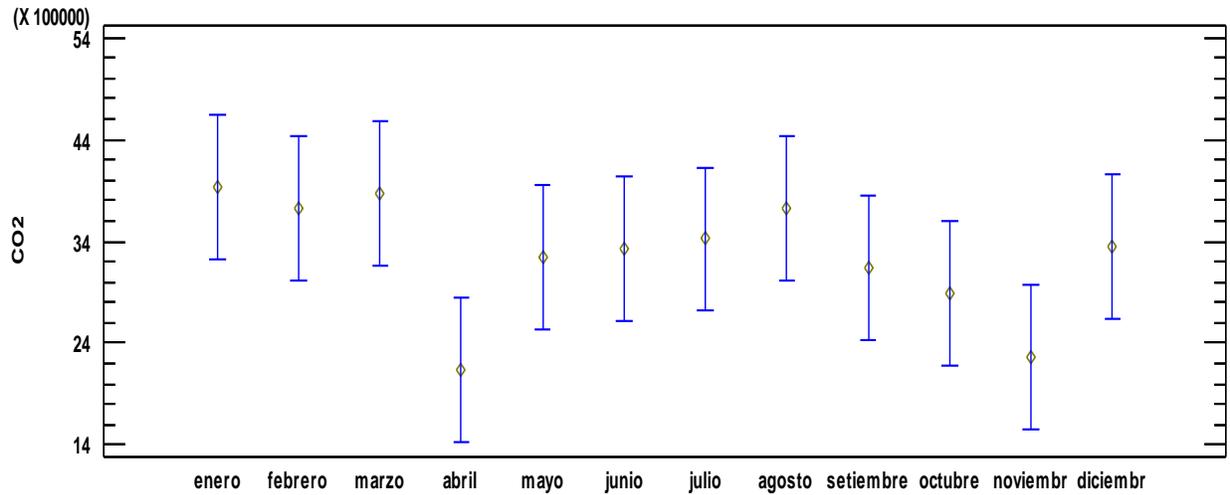
Gráfico 14. DISTRIBUCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CO₂ (en ppm) POR MES EN EL AÑO 2017.



Fuente: Estudios Realizados

De la tabla 6 y el gráfico 14, se aprecia que el comportamiento de la contaminación de dióxido de carbono CO₂ en los diferentes meses de enero (1) a diciembre (12) en el año 2017. En los meses de enero, marzo, agosto y diciembre se observan mayores valores de contaminación y en los meses de abril y noviembre menores valores de contaminación.

Gráfico 15. DISTRIBUCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE CO₂ (en ppm) por mes.



Fuente: Estudios Realizados

Del gráfico 15 se sabe que existe un comportamiento periódico anual (2017) de la contaminación de dióxido de carbono CO₂ en los diferentes meses de enero a diciembre. Y de este último gráfico se observa que en el mes de enero, marzo y agosto se observan mayores valores medios de contaminación de $3923509 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 3433.07 \text{ ppm}$, $3865003 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 3381.88 \text{ ppm}$ y $3723130 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 3272.13 \text{ ppm}$ respectivamente y en los meses de abril y noviembre menores valores de contaminación de $2128242 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 1862.21 \text{ ppm}$ y $2270588 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 1986.76 \text{ ppm}$, respectivamente.

CONCLUSIONES

1. En promedio global los resultados muestran un valor promedio anual de CO₂ en el año 2017 con un 95,5% de confianza, es de 2845,75 ppm, dicho valor esta con un 5028,28 ppm por debajo de los 7875 ppm que muestra los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) permisibles en el aire, por tanto el grado de contaminación por dióxido de carbono en la ciudad del Cusco es bajo.
2. Las zonas con mayor concentración de dióxido de carbono en la ciudad del Cusco son el punto de muestreo UNS (Puerta de la Unsaac) que presenta un valor promedio de 3575,31 ppm, seguido del punto de muestreo JER (San Jerónimo) que presenta un valor promedio de 3446,31ppm.
3. No hay diferencia significativa del límite permisible de contaminación de aire por dióxido de carbono (ECA de 7885 ppm) en los cinco puntos de muestreo de la ciudad del Cusco, registrándose con valores debajo de este, en un intervalo de [1887,21 – 4346,11] ppm para el punto JER (San Jerónimo), [2937,04 – 4257,65] ppm para el punto de muestreo UNS (puerta de la Unsaac), [1624,19 – 3173,33] ppm para el punto de muestreo PA (Plaza de Armas de Cusco), [1916,05– 3695,62] ppm para el punto de muestreo WAN (Distrito Wanchaq) y [950,92 – 2537,39] ppm para el punto de muestreo CTT (Clas TTio) respectivamente.

RECOMENDACIONES

- ❖ Es necesario contar con programas de educación ambiental que se implanten desde el colegio mediante el Currículo Nacional para así poder construir una conciencia de cuidado del medio ambiente.
- ❖ Investigar a profundidad sobre el uso de energía para los vehículos motorizados que sustituya los combustibles fósiles como también los hornos que funcionan a leña, ya que estos son los mayores generadores de CO₂, los cuales deben ser regulados por las municipalidades o gobiernos regionales.
- ❖ Propiciar que las municipalidades planteen programas de inspección y mantenimiento para todo tipo de vehículos, ya que en esta última década el uso de estos aumento considerablemente.

SUGERENCIAS

- ❖ Que nuestras autoridades vean la manera del como los conductores de vehículos motorizados puedan acceder al mantenimiento de sus vehículos y por ende reducir producción de CO₂.
- ❖ Es importante generar una nueva fuente de energía que sustituya la leña para hornos de ese tipo ya que aparte de reducir la producción de CO₂ también impedimos la deforestación de nuestros bosques.
- ❖ La calidad de combustible que en mayoría se utiliza es demasiado importante ya que el que se utiliza genera contaminantes aún más dañinos como lo son el plomo y azufre.
- ❖ Todos los cuidados que se tengan serán importantes para nuestra ciudad ya que es considerada patrimonio universal de la humanidad y gran centro turístico, como también para el cuidado de la salud de todos los habitantes.

BIBLIOGRAFÍA

- CARNICER, J. M. (2007). Master en Ingeniería medio ambiental y gestión del agua.
- LOYOLA, I. A. (2012). EVALUACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO EN LA CUENCA ATMOSFÉRICA DEL VALLE DEL CUSCO. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO* .
- MADRID, A. Y. (2016). ANÁLISIS DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO A LO LARGO DEL CICLO DE VIDA DE LAS CARRETERA. *UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID*.
- MALAGÓN, M. D. (2011). *MEDIO AMBIENTE Y CONTAMINACIÓN. PRINCIPIOS BÁSICOS* (VOL. 1RA EDICIÓN). ISBN: 978-84-615-1145-7.
- SALUD, M. D. (S.F.). *VALORES LÍMITE PERMISIBLES DE AGENTES QUÍMICOS EN EL AMBIENTE DE TRABAJO 0.5. N° 015-2005-SA* .
- SCIENCES-PNAS), R. P. (2014).
- SERRANO, R. (1993). *CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y ENFERMEDADES* .
- VARGAS, J. D. (2014). ANÁLISIS DE NUEVOS ESCENARIOS DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES DEL PARQUE AUTOMOTOR GENERADOS EN UN AMBIENTE DE TRÁFICO VEHICULAR. *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA* .

- VIÑAS, J. M. (2014). *PREGUNTAS AL AIRE. LA METEOROLOGÍA TIENE LA RESPUESTA.*
- YUCRA, R. F. (2017). DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN DE .
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA.

WEBGRAFÍA

- (<http://ecodes.org/salud-calidad-aire/201302176118/Las-causas-de-la-contaminacion-atmosferica-y-los-contaminantes-atmosfericos-mas-importantes>). (s.f.). *LAS CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS MÁS IMPORTANTES*.
- <http://ecodes.org/salud-calidad-aire/201302176118/Las-causas-de-la-contaminacion-atmosferica-y-los-contaminantes-atmosfericos-mas-importantes>. (s.f.).
- <http://nuestraesfera.cl/archivo-de-recursos/efectos-de-los-contaminantes-del-aire-en-la-salud/>. (s.f.).
- <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf>. (2014).
- <https://es.slideshare.net/iessuel/composicin-de-la-atmsfera>. (2009).
- <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf>. (DICIEMBRE 2016). *GUIA DE CALIDAD DE AIRE*. SANTIAGO-CHILE.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: GRADO DE CONTAMINACION POR DIÓXIDO DE CARBONO EN LA CIUDAD DEL CUSCO

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INDICADOR	MÉTODO
<p>Problema general:</p> <p>¿Cómo es el grado de contaminación del aire por Dióxido de Carbono (CO₂) en la ciudad del Cusco?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar el grado de contaminación del aire por Dióxido de carbono en la ciudad del Cusco</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>En la última década en la ciudad del Cusco el parque automotor aumento considerablemente y en consecuencia la emisión de CO₂ a la atmosfera, por tal motivo es indispensable determinar el grado de contaminación de la atmosfera por dióxido de carbono que se presume que los valores sobrepasen los niveles permitidos establecidos por el decreto supremo N° 074-2001-PCM presente en los estándares nacionales de la calidad ambiental del aire para en dióxido de carbono (ECA anual de 9000000 µg/m³).</p>	<p>Concentración de CO₂</p>	<p>Índices de niveles de concentración de CO₂ en microgramo por metro cúbico (µg/m³) en cinco zonas de la provincia del Cusco.</p>	<p>Tamaño de las partículas de CO₂ en µg/m³</p>	<p>Muestra:</p> <p>Parque automotor de la ciudad del cusco.</p> <p>Diseño de la investigación:</p> <p>No experimental</p> <p>Diseño específico:</p> <p>-Generación de datos</p> <p>-Análisis de datos</p> <p>Instrumentos utilizados</p> <p>Analizador de CO₂ SERINIUS 31 MARCA ECOTECH</p>
<p>Problema específico.</p> <p>¿Cuáles son las zonas con</p>	<p>Objetivo específico</p>	<p>Hipótesis específicas</p>				

<p>mayor concentración de Dióxido de Carbono (CO₂) en la ciudad de Cusco?</p> <p>¿El Dióxido de Carbono (CO₂) en la ciudad del Cusco supera los límites máximos permisibles?</p>	<p>Identificar las zonas con mayor concentración de Dióxido de carbono en la ciudad del Cusco</p> <p>Establecer las zonas con mayor concentración de Dióxido de carbono en la ciudad del Cusco y compararlos con los límites máximos permisibles.</p>	<p>Las zonas con mayor concentración de CO₂ en la ciudad del cusco corresponden a los distritos de San Jerónimo y el distrito de Wanchaq.</p> <p>Los valores de dióxido de carbono (CO₂) obtenidos en nuestro estudio superan los límites máximos permisibles.</p>				
--	---	--	--	--	--	--

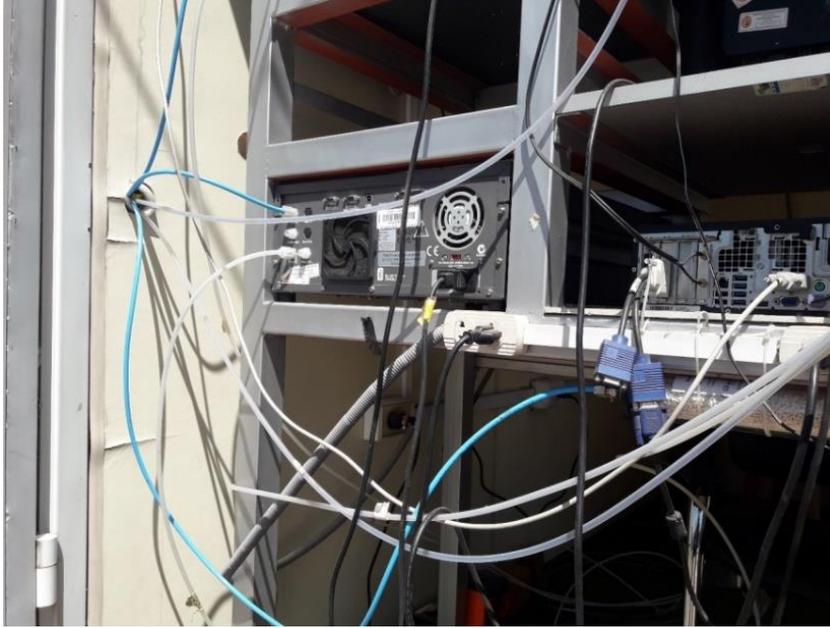
FOTO 1: Vista frontal del ANALIZADOR DE CO₂ SERINUS EC 9820 (MARCA ECOTECH) ubicado en el SHELTER.



FOTO 2: Parte trasera conectada del equipo ANALIZADOR DE CO₂ SERINUS EC 9820 (MARCA ECOTECH) al captador de CO₂, ubicado a 1.5 m sobre el suelo.



FOTO 3: Captador de CO₂ ubicado en el SHELTER puerta UNSAAC a una altura de 1.5m del suelo.

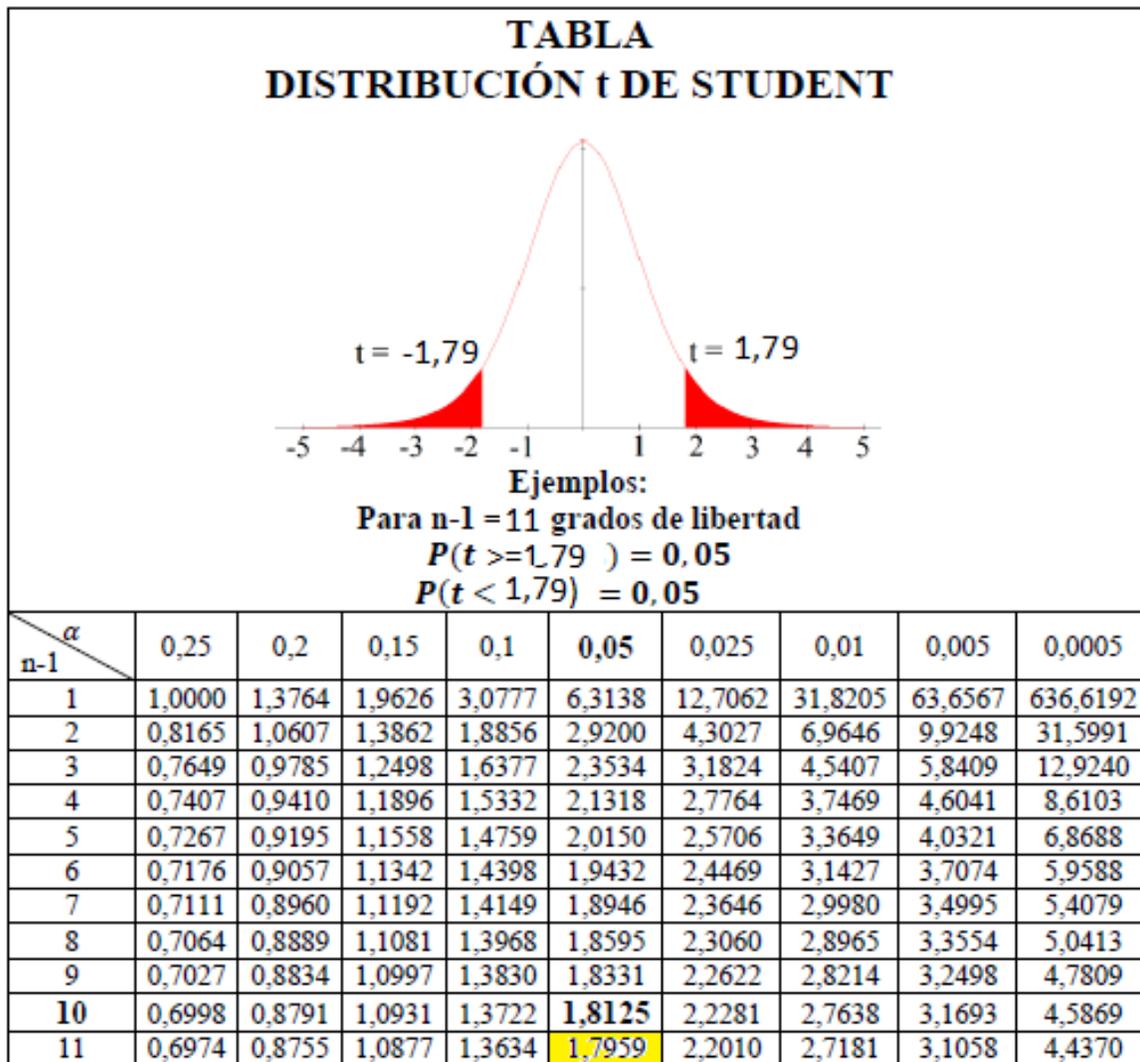


Cálculo del p-valor

Ho:	$\mu \geq 7875.00$	7875.00	7875.00	7875.00	7875.00	7875.00		
Ha:	$\mu < 7875.00$							
SIGNIFICANCIA	$\alpha = 0,05$							$t_{exp} = \frac{MEDIA - \mu}{DES/\sqrt{n}}$
		Sn. Jerónimo (JER)	Puerta Unsaac (UNS)	Plaza de Armas (PA)	Wanchaq (WAN)	Clas Tio (CTT)		
MEDIA	X _{brro} =	3436.76	3575.31	2225.55	3114.40	1876.74	2845.75	5029.25
DESV ESTANDAR	S=	955.59	647.72	634.76	894.46	640.47		
VARIANZA	S ² =	913157.95	419534.86	402923.55	800061.59	410198.71		
	n=	12	12	12	12	12		
gl	gl=	11	11	11	11	11		
t experimentl	t _{exp} =	-16.09	-23.00	-30.83	-18.44	-32.44		
p-valor		2.71908E-09	5.95026E-11	2.47631E-12	6.38546E-10	1.42164E-12		Activar Windows

Fuente: Elaboración Propia

Valor de de t crítico



Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos93/distribucion-t-student-empleando-excel-y-graph/distribucion-t-student-empleando-excel-y-graph.shtml>