



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE LOS NIVELES DE EMISIONES DE GASES CO Y CO₂ Y TEMPERATURA, DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN AUTOMOTRIZ AL INTERIOR DE UN BUS INTERPROVINCIAL A DIFERENTES CONDICIONES AMBIENTALES Y DE FUNCIONAMIENTO.”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES:

LUIS FERNANDO TAGUADA CRUZ.

ANGEL DANILO PARRA PARRA.

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE LOS NIVELES DE EMISIONES DE GASES CO Y CO₂ Y TEMPERATURA, DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN AUTOMOTRIZ AL INTERIOR DE UN BUS INTERPROVINCIAL A DIFERENTES CONDICIONES AMBIENTALES Y DE FUNCIONAMIENTO”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES: LUIS FERNANDO TAGUADA CRUZ.

ANGEL DANILO PARRA PARRA.

DIRECTOR: Ing. Msc. JOHNNY MARCELO PANCHAS RAMOS.

Riobamba – Ecuador

2022

©2022, Luis Fernando Taguada Cruz, Ángel Danilo Parra Parra.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de autor.

Nosotros, Luis Fernando Taguada Cruz; Ángel Danilo Parra Parra, declaramos que el presente trabajo de integración curricular, es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 17 de marzo de 2022.



Luis Fernando Taguada Cruz

050418802-0



Ángel Danilo Parra Parra




060406622-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto de Investigación, **ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE LOS NIVELES DE EMISIONES DE GASES CO Y CO2 Y TEMPERATURA, DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN AUTOMOTRIZ AL INTERIOR DE UN BUS INTERPROVINCIAL A DIFERENTES CONDICIONES AMBIENTALES Y DE FUNCIONAMIENTO**, realizado por los señores, **LUIS FERNANDO TAGUADA CRUZ, ANGEL DANILO PARRA PARRA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtual el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Edgar Fabian Sanchez Carrion. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-03-17
Ing. Msc. Johnny Marcelo Pancha Ramos DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-03-17
Ing. Msc. Victor David Bravo Morocho MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-03-17

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación dedico a mis padres, Norma Cruz y Gonzalo Taguada, a mi abuelita, Hirma Lescano quien en todo momento me apoyaron incondicionalmente en toda mi vida y lo siguen haciendo. A mi hermano, Edison Taguada es el motivo más importante que mi inspiro para culminar esta etapa de mi vida, espero ser un ejemplo para mis primos, que este trabajo signifique un símbolo de esfuerzo y amor. Para que en algún momento lo tomen, como motivación e inspiración para que se superen personalmente y profesionalmente.

Luis

A mi familia especialmente a mis padres, que fueron el pilar incondicional en todo momento, por su amor, esfuerzo y sacrificio en todo este tiempo; gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y principalmente por ese gran apoyo que siempre me dieron, para que pueda cumplir una de las metas propuesta de obtener mi título profesional. A mis amigos y futuros colegas que me acompañaron en estos años de estudiante universitario, por su apoyo absoluto, consejos y palabras de aliento; que de una u otra manera aportaron a mi formación técnica y humana, de esta manera cada día ser una mejor persona.

Ángel

AGRADECIMIENTO

A Dios por llenarme de bendiciones y permitir lograr todos mis logros, a mis queridos padres: Norma y Gonzalo, a mi hermano Edison, a mi abuelita Hirma, a mis tíos y tías, quienes son y serán un pilar fundamental en mi vida, ya que la unión que tenemos como familia hemos podido conseguir muchos logros. Agradezco a Ángel, mi amigo y mi compañero de tesis, por su gran perseverancia y compromiso de superarse cada día para la realización de este trabajo de titulación. A mis amigos por compartir gratos momentos durante toda mi vida universitaria los cuales tengo muy buenos recuerdos. A mis amigas que siempre estuvieron pendiente de mí, con sus ánimos, con sus consejos y apoyo incondicional, para superarme y ser un profesional. Agradezco también a los docentes de la ESPOCH quienes conforman la escuela de ingeniería automotriz, que gracias a sus enseñanzas me ayudaron a fortalecer mis conocimientos, para poner en práctica en el transcurso de mi vida profesional.

Luis

Agradezco a mis padres por ser el principal apoyo para culminar esta meta, por confiar y creer en mí; a pesar los deslices que tuve durante este tiempo de estudiante; por los principios y valores que me han infundido para formarme como persona, enseñándome a persistir por ese futuro tan anhelado. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la escuela de Ingeniería Automotriz, donde me ha permitido adquirir conocimiento; por ende, a sus docentes, por su amabilidad y paciencia de impartir el conocimiento. Un profundo agradecimiento a todas las personas que apoyaron y han permitido que este trabajo se realice con éxito, partiendo desde el ingeniero, Johnny Pancha, como director de tesis, de igual forma al ingeniero, David Bravo, como tutor de tesis, también a diferentes amigos y familiares que nos extendieron su mano bondadosamente.

Ángel

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxii
RESUMEN.....	xxiv
SUMMARY.....	xxv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Planteamiento del Problema.....	4
1.3. Justificación.....	5
1.3.1. Justificación teórica.....	6
1.3.2. Justificación metodológica.....	6
1.3.3. Justificación práctica.....	6
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo general.....	7
1.4.2. Objetivos específicos.....	7
1.5. Hipótesis.....	7
1.6. Estado del Arte.....	7
1.6.1. Instrumentación utilizada.....	8
1.6.2. Medición de Campo.....	8
1.6.3. Sensor de dióxido de carbono y su ubicación.....	9
1.6.4. Distribuciones de contaminantes.....	9

1.6.5.	<i>Parámetros ambientales del vehículo.</i>	9
1.6.6.	<i>Modelos de confort térmico.</i>	10
1.6.7.	<i>Análisis de ambiente térmico.</i>	10
1.6.8.	<i>Condición de contorno.</i>	12
1.6.9.	<i>Influencia de los niveles de CO2 en la cabina según la actividad humana.</i>	12
1.6.10.	<i>Distribución del aire de la cabina en la zona de respiración.</i>	12
1.6.11.	<i>Efectos fisiológicos de Dióxido de carbono en humanos; Cantidades de generación en Actividad humana & Composición del aire inhalado y exhalado.</i>	13
1.6.12.	<i>Probar los vehículos y la configuración del aire de la cabina.</i>	14
1.6.13.	<i>Concentraciones de PM influenciadas por los eventos (mañana y tarde).</i>	14
1.6.14.	<i>Variación de la exposición a la concentración durante un viaje típico.</i>	15
1.6.15.	<i>Monitoreo de CO móvil.</i>	15
1.6.16.	<i>Protocolo y equipo de medición.</i>	16
1.6.17.	<i>Estándares de calidad del aire.</i>	16
1.6.18.	<i>Explicación de los patrones de flujo de aire interior.</i>	16
1.6.19.	<i>Estudios de acumulación de CO2 en vehículos.</i>	18
1.6.20.	<i>Procedimiento de recolección de flujo de aire.</i>	19
1.7.	Calidad del aire interior (IAQ) y Confort térmico.	19
1.8.	Factores de carga de enfriamiento.	20
1.8.1.	<i>Infiltración.</i>	20
1.8.2.	<i>Aislamiento.</i>	20
1.8.3.	<i>Colores y acristalamiento del vehículo.</i>	20
1.8.4.	<i>Temperaturas y Humedad Ambientales.</i>	20
1.9.	Entorno operativo de Componentes.	21
1.10.	Ventilación y contaminantes en el aire.	21
1.10.1.	<i>Subsistema de manejo de Aire.</i>	22
1.11.	Modalidades del Suministrar el aire.	22
1.11.1.	<i>Modalidad de Calefacción.</i>	22

1.11.2.	<i>Modalidad de Descongelación</i>	22
1.11.3.	<i>Modalidad de Aire Acondicionado</i>	23
1.12.	Aire Contaminado en los diferentes ambientes al interior de vehículo	23
1.13.	Efectos a la salud debido a un inadecuado confort térmico al interior del habitáculo de los vehículos	23
1.14.	Estrategias de mitigación para la reducción de riesgos extremos para la salud por calor	24
1.14.1.	<i>Temperatura del aire de suministro</i>	24
1.14.2.	<i>Temperatura de aire alrededor del usuario</i>	25
1.14.3.	<i>Temperatura de la superficie interior</i>	25
CAPÍTULO II		
2.	MARCO METODOLÓGICO	26
2.1.	Método Inductivo	26
2.2.	Método Deductivo	26
2.3.	Métodos Científicos	27
2.3.1.	<i>Métodos Empíricos</i>	27
2.3.1.1.	<i>Método de Medición</i>	27
2.4.	Metodología Cuantitativa	28
2.4.1.	<i>Instrumentos o Técnicas</i>	28
2.4.1.1.	<i>Observación</i>	28
2.5.	Diagrama de Actividades	29
2.6.	Equipos y Herramientas empleadas en el estudio	29
2.6.1.	<i>Analizador de gases IAQ TESTO 440</i>	30
2.6.2.	<i>Sonda de CO2 incl. sensor de humedad y temperatura – Equipamiento</i>	31
2.6.3.	<i>Sonda de CO – Equipamiento</i>	31
2.6.4.	<i>Especificaciones</i>	32
2.7.	Muestras	33

2.8.	Análisis de Ensayos.	34
2.8.1.	<i>Normativa GOST 33554-2015.</i>	34
2.8.2.	<i>Normativa ASHRAE standard 62.1-2019.</i>	34
2.9.	Pruebas de Ruta.	35
2.9.1.	<i>Medición de Emisiones.</i>	35
2.9.2.	<i>Ubicación de Equipo.</i>	35
2.9.3.	<i>Pruebas.</i>	38
2.9.4.	<i>Ruta de Recorrido.</i>	38
2.9.5.	<i>Puntos importantes de la ruta durante las pruebas.</i>	41
2.9.6.	<i>Altimetría de la ruta.</i>	44
2.9.7.	<i>Análisis e interpretación de datos.</i>	45
2.9.8.	<i>Análisis ANOVA.</i>	47
2.9.8.1.	<i>ANOVA DE UNA VÍA en el ANOVA.</i>	47
2.9.8.2.	<i>Otros diseños de ANOVA.</i>	47
CAPÍTULO III		
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	48
3.1.	Interpretación de datos.	49
3.1.1.	<i>Gráficas de dispersión</i>	49
3.1.2.	<i>Representación gráfica de CO.</i>	50
3.1.3.	<i>Representación gráfica de CO2.</i>	59
3.1.3.1.	<i>Unidad N° 01 – Condiciones – Ubicaciones – CO2</i>	60
3.1.3.2.	<i>Unidad N° 02 – Condiciones – Ubicaciones– CO2</i>	63
3.1.3.3.	<i>Unidad N° 03 – Condiciones – Ubicaciones– CO2</i>	66
3.1.3.4.	<i>Unidad N° 04 – Condiciones – Ubicaciones– CO2</i>	69
3.1.3.5.	<i>Unidad N° 05 – Condiciones – Ubicaciones– CO2</i>	72
3.1.3.6.	<i>Unidad N° 06 – Condiciones – Ubicaciones– CO2</i>	75
3.1.3.7.	<i>Unidad N° 07 – Condiciones – Ubicaciones– CO2</i>	78
3.1.3.8.	<i>Unidad N° 08 – Condiciones – Ubicaciones– CO2</i>	81

3.1.3.9.	<i>Unidad N° 09 – Condiciones – Ubicaciones– CO2</i>	84
3.1.3.10.	<i>Unidad N° 10 – Condiciones – Ubicaciones– CO2</i>	87
3.2.	Gráficas de Barras.	90
3.2.1.	<i>Gráficas de Barras de CO.</i>	90
3.2.1.	<i>Gráficas de Barras de CO2.</i>	92
3.3.	Análisis estadístico ANOVA concentraciones CO.	95
3.3.1.	<i>ANOVA de un solo factor: OFF U1; OFF U2; OFF U3; OFF ... U9; OFF U10.</i>	95
3.3.2.	<i>Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO.</i>	97
3.3.3.	<i>ANOVA de un solo factor: REC U1; REC U2; REC U3; REC ... U9; REC U10.</i>	99
3.3.4.	<i>Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO.</i>	101
3.3.5.	<i>ANOVA de un solo factor: REN U1; REN U2; REN U3; REN ... 9; REN U10</i>	103
3.3.5.1.	<i>Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO</i>	105
3.3.6.	<i>Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en OFF – (D).</i>	107
3.3.6.1.	<i>ANOVA de un solo factor: Unidad 01; Unidad 02; Unidad ...; Unidad 10</i>	107
3.3.6.2.	<i>Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO2 en OFF – (D)</i>	109
3.3.7.	<i>Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en OFF – (M).</i>	112
3.3.7.1.	<i>ANOVA de un solo factor: OFF-M-01; OFF-M-02; ... FF-M-09; OFF-M-10</i>	112
3.3.7.2.	<i>Comparaciones en parejas de Fisher de concentración de CO en OFF– CO2 – (M)</i>	114
3.3.8.	<i>Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en OFF – (F).</i>	117
3.3.8.1.	<i>ANOVA de un solo factor: OFF (F) 01; OFF (F) 02; OFF (F) ...; OFF (F) 10</i>	117
3.3.8.2.	<i>Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO2 en OFF – (F)</i>	119
3.3.9.	<i>Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en REC – (D).</i>	122

3.3.9.1.	<i>ANOVA de un solo factor: REC (D) 01; REC (D) 02; REC ... 09; REC (D) 10</i>	122
3.3.9.2.	<i>Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO2 en REC – (D)</i>	124
3.3.10.	<i>Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en REC – (M)</i>	127
3.3.10.1.	<i>ANOVA de un solo factor: REC (M) 01; REC (M) 02; REC ... 9; REC (M) 10</i>	127
3.3.10.2.	<i>Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO2 en REC – (M)</i>	129
3.3.11.	<i>Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en REC – (F)</i>	131
3.3.11.1.	<i>ANOVA de un solo factor: REC (F) 01; REC (F) 02; REC (F) ...; REC (F) 10</i>	131
3.3.11.2.	<i>Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO2 en REC – (F)</i>	133
3.3.12.	<i>Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en REN – (D)</i>	136
3.3.12.1.	<i>ANOVA de un solo factor: REN (D) 01; REN (D) 02; REN ... 9; REN (D) 10</i>	136
3.3.12.2.	<i>Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO2 en REN – (D)</i>	138
3.3.13.	<i>Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en REN – (M)</i>	140
3.3.13.1.	<i>ANOVA de un solo factor: REN (M) 01; REN (M) 02; REN ...; REN (M) 10</i>	140
3.3.13.2.	<i>Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO2 en REN – (M)</i>	142
3.3.14.	<i>Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en REN – (F)</i>	145
3.3.14.1.	<i>ANOVA de un solo factor: REN (F) 01; REN (F) 02; REN (F) ... REN (F) 10</i>	145
3.3.14.2.	<i>Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO2 en REN – (F)</i>	147
3.4.	Discusión de Resultados	150
	CONCLUSIONES	154

RECOMENDACIONES..... 155

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Tasa respiratoria de adultos en función de la actividad.	12
Tabla 2-1:	Efectos fisiológicos del dióxido de carbono.	13
Tabla 1-2:	Datos técnicos testó 440.	32
Tabla 2-2:	Ubicación del equipo y tiempos de referencia de la ruta.	41
Tabla 1-3:	Mediciones de concentraciones de CO y CO ₂	48
Tabla 2-3:	Nomenclatura.	49
Tabla 3-3:	Método función OFF.	95
Tabla 4-3:	Información del factor función OFF.	96
Tabla 5-3:	Análisis de Varianza función OFF.	96
Tabla 6-3:	Resumen del modelo función OFF.	96
Tabla 7-3:	Medias función OFF.	96
Tabla 8-3:	Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% función OFF.	97
Tabla 9-3:	Método función Recirculación de aire.	99
Tabla 10-3:	Información del factor función Recirculación de aire.	100
Tabla 11-3:	Análisis de Varianza función Recirculación de aire.	100
Tabla 12-3:	Resumen del modelo función Recirculación de aire.	100
Tabla 13-3:	Medias función Recirculación de aire.	100
Tabla 14-3:	Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% función Recirculación de aire.	101
Tabla 15-3:	Método función Renovación de aire.	103
Tabla 16-3:	Información del factor función Renovación de aire.	104
Tabla 17-3:	Análisis de Varianza función Renovación de aire.	104
Tabla 18-3:	Resumen del modelo función Renovación de aire.	104
Tabla 19-3:	Medias función Renovación de aire.	104
Tabla 20-3:	Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% función Renovación de aire.	105

Tabla 21-3:	Información del factor condición OFF – CO ₂ – (D).	108
Tabla 22-3:	Análisis de Varianza condición OFF – CO ₂ – (D).	108
Tabla 23-3:	Resumen del modelo condición OFF – CO ₂ – (D).	108
Tabla 24-3:	Medias condición OFF – CO ₂ – (D).	109
Tabla 25-3:	Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición OFF.	109
Tabla 26-3:	Método función OFF – CO ₂ (M).	112
Tabla 27-3:	Información del factor de condición OFF – CO ₂ (M).	112
Tabla 28-3:	Análisis de Varianza de condición OFF – CO ₂ (M).	113
Tabla 29-3:	Resumen del modelo de condición OFF – CO ₂ (M).	113
Tabla 30-3:	Medias de condición OFF – CO ₂ (M).	113
Tabla 31-3:	Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición OFF – CO ₂ (M).	114
Tabla 32-3:	Información del factor condición OFF – CO ₂ – (F).	118
Tabla 33-3:	Análisis de Varianza condición OFF – CO ₂ – (F).	118
Tabla 34-3:	Resumen del modelo condición OFF – CO ₂ – (F).	118
Tabla 35-3:	Medias condición OFF – CO ₂ – (F).	118
Tabla 36-3:	Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición OFF– CO ₂ – (F).	119
Tabla 37-3:	Información del factor condición REC – CO ₂ – (D).	123
Tabla 38-3:	Análisis de Varianza condición REC – CO ₂ – (D).	123
Tabla 39-3:	Resumen del modelo condición REC – CO ₂ – (D).	123
Tabla 40-3:	Medias condición REC – CO ₂ – (D).	123
Tabla 41-3:	Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición REC – CO ₂ – (D).	124
Tabla 42-3:	Información del factor condición REC – CO ₂ – (M).	127
Tabla 43-3:	Análisis de Varianza condición REC – CO ₂ – (D).	127
Tabla 44-3:	Resumen del modelo condición REC – CO ₂ – (D).	128
Tabla 45-3:	Medias condición REC – CO ₂ – (D).	128

Tabla 46-3:	Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición REC- CO2 – (M).....	129
Tabla 47-3:	Información del factor condición REC – CO2 – (F).....	132
Tabla 48-3:	Análisis de Varianza condición REC – CO2 – (F).	132
Tabla 49-3:	Resumen del modelo condición REC – CO2 – (F).....	132
Tabla 50-3:	Resumen del modelo condición REC – CO2 – (F).....	132
Tabla 51-3:	Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición REC - CO2 – (F).....	133
Tabla 52-3:	Información del factor condición REN – CO2 – (D).....	136
Tabla 53-3:	Análisis de Varianza condición REN – CO2 – (D).	136
Tabla 54-3:	Resumen del modelo condición REN – CO2 – (D).....	137
Tabla 55-3:	Medias condición REN – CO2 – (D).....	137
Tabla 56-3:	Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición REN- CO2 – (D).	138
Tabla 57-3:	Información del factor condición REN – CO2 – (M).	141
Tabla 58-3:	Análisis de Varianza condición REN- CO2 – (M).....	141
Tabla 59-3:	Resumen del modelo condición REN – CO2 – (M).	141
Tabla 60-3:	Medias condición REN – CO2 – (M).	142
Tabla 61-3:	Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición REN- CO2 – (M).....	142
Tabla 62-3:	Información del factor condición REN – CO2 – (F).	146
Tabla 63-3:	Análisis de Varianza condición REN – CO2 – (F).....	146
Tabla 64-3:	Resumen del modelo condición REN – CO2 – (F).....	146
Tabla 65-3:	Medias condición REN – CO2 – (F).....	146
Tabla 66-3:	Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición REN- CO2 – (F).....	147
Tabla 67-3:	Promedios de concentraciones de CO, para las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial.....	150
Tabla 68-3:	Promedios de concentraciones de CO2, para las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial.....	151

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	La ruta recorrida por el autobús durante las mediciones de campo.	8
Figura 2-1:	Cambio de temperatura del aire de la posición del pasajero (inactivo).	11
Figura 3-1:	Cambio de temperatura del aire de la posición del pasajero (conducción).	11
Figura 4-1:	Ecuaciones de regresión de PM y PM con PM.	15
Figura 5-1:	Vehículo colocado dentro y fuera durante las sesiones de medición.	16
Figura 6-1:	Ilustración de flujo en un vehículo típico.	17
Figura 7-1:	Operación MVAC 100% OSA.	17
Figura 8-1:	Operación MVAC 100% Rec. y sangrado de aire OSA (PR).	18
Figura 9-1:	SAE 2013-01-1494 Evolución de la concentración de CO ₂	18
Figura 10-1:	Comodidad en función de la velocidad del aire.	19
Figura 11-1:	Posición de medición de temperatura: a) temperaturas, b) piel de los usuarios.	25
Figura 1-2:	Diagrama de Actividades.	29
Figura 2-2:	Equipo IAQ TESTO 440.	30
Figura 3-2:	Sonda de CO ₂ , conectada con cable, incl. sensor de humedad y temperatura.	31
Figura 4-2:	Sonda de CO, con cable.	31
Figura 5-2:	Equipo HPC300.	36
Figura 6-2:	Esquema de ubicación del Equipo.	37
Figura 7-2:	Instalación del Equipo.	39
Figura 8-2:	Ubicación del Equipo.	40
Figura 9-2:	Adquisición de datos, ubicación (M).	40
Figura 10-2:	Adquisición de datos, ubicación (F).	41
Figura 11-2:	Altimetría de la ruta.	45
Figura 12-2:	Concentración de partículas, sección delantera del habitáculo.	46
Figura 13-2:	Concentración de partículas, sección intermedia del habitáculo.	46
Figura 14-2:	Concentración de partículas, sección posterior del habitáculo.	46

Figura 1-3: Combinaciones de rangos de CO2 concentración..... 92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Concentración de partículas de Co en unidad 01.	50
Gráfico 2-3:	Concentración de partículas de Co en unidad 02.	51
Gráfico 3-3:	Concentración de partículas de Co en unidad 03.	52
Gráfico 4-3:	Concentración de partículas de Co en unidad 04.	53
Gráfico 5-3:	Concentración de partículas de Co en unidad 05.	54
Gráfico 6-3:	Concentración de partículas de Co en unidad 06.	55
Gráfico 7-3:	Concentración de partículas de Co en unidad 07.	56
Gráfico 8-3:	Concentración de partículas de Co en unidad 08.	57
Gráfico 9-3:	Concentración de partículas de Co en unidad 09.	58
Gráfico 10-3:	Concentración de partículas de Co en unidad 10.	59
Gráfico 11-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 01- (D).	60
Gráfico 12-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 01- (M).	61
Gráfico 13-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 01- (F).	62
Gráfico 14-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 02- (D).	63
Gráfico 15-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 02- (M).	64
Gráfico 16-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 02- (F).	65
Gráfico 17-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 03- (D).	66
Gráfico 18-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 03- (M).	67
Gráfico 19-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 03- (F).	68
Gráfico 20-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 04- (D).	69
Gráfico 21-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 04- (M).	70
Gráfico 22-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 04- (F).	71
Gráfico 23-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 05- (D).	72
Gráfico 24-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 05- (M).	73
Gráfico 25-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 05- (F).	74
Gráfico 26-3:	Comparativa de niveles de CO ₂ en Unidad N° 06- (D).	75

Gráfico 27-3:	Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 06- (M).....	76
Gráfico 28-3:	Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 06- (F).....	77
Gráfico 29-3:	Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 07- (D).....	78
Gráfico 30-3:	Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 07- (M).....	79
Gráfico 31-3:	Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 07- (F).....	80
Gráfico 32-3:	Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 08- (D).....	81
Gráfico 33-3:	Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 08- (M).....	82
Gráfico 34-3:	Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 08- (F).....	83
Gráfico 35-3:	Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 09- (D).....	84
Gráfico 36-3:	Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 09- (M).....	85
Gráfico 37-3:	Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 09- (F).....	86
Gráfico 38-3:	Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 10- (D).....	87
Gráfico 39-3:	Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 10- (M).....	88
Gráfico 40-3:	Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 10- (F).....	89
Gráfico 41-3:	Comparación de concentración de CO, condición OFF.....	90
Gráfico 42-3:	Comparación de concentración de CO, condición REC.....	91
Gráfico 43-3:	Comparación de concentración de CO, condición REN.....	92
Gráfico 44-3:	Comparación de concentración de CO2, condición OFF.....	93
Gráfico 45-3:	Comparación de concentración de CO2, condición REC.....	94
Gráfico 46-3:	Comparación de concentración de CO2, condición REN.....	95
Gráfico 47-3:	ICs individuales del 95% de Fisher OFF.....	98
Gráfico 48-3:	Intervalos OFF.....	98
Gráfico 49-3:	Cajas de OFF.....	99
Gráfico 50-3:	ICs individuales del 95% de Fisher REC.....	102
Gráfico 51-3:	Intervalos de REC.....	102
Gráfico 52-3:	Cajas de REC.....	103
Gráfico 53-3:	ICs individuales del 95% de Fisher REN.....	106
Gráfico 54-3:	ICs Intervalos de REN.....	106
Gráfico 55-3:	Cajas de REN.....	107

Gráfica 56-3:	ICs individuales del 95% de Fisher OFF – CO2 – (D).....	110
Gráfica 57-3:	Intervalos de OFF – CO2 – (D)	111
Gráfica 58-3:	Cajas de OFF- CO2 – (D).....	111
Gráfica 59-3:	ICs individuales del 95% de Fisher OFF – CO2 – (M).....	115
Gráfica 60-3:	Intervalos de OFF – CO2 – (M)	116
Gráfica 61-3:	Cajas de OFF- CO2 – (M).....	117
Gráfica 62-3:	ICs individuales del 95% de Fisher OFF – CO2 – (F).....	120
Gráfica 63-3:	Intervalos de OFF – CO2 – (F)	121
Gráfica 64-3:	Cajas de OFF- CO2 – (F).....	122
Gráfica 65-3:	ICs individuales del 95% de Fisher REC – CO2 – (D).....	125
Gráfica 66-3:	Intervalos de REC – CO2 – (D)	126
Gráfica 67-3:	Cajas de OFF- CO2 – (D).....	126
Gráfica 68-3:	ICs individuales del 95% de Fisher REC – CO2 – (M).....	130
Gráfica 69-3:	Intervalos de REC – CO2 – (M)	130
Gráfica 70-3:	Cajas de REC- CO2 – (M).....	131
Gráfica 71-3:	ICs individuales del 95% de Fisher REC – CO2 – (F).....	134
Gráfica 72-3:	Intervalos de REC – CO2 – (F)	135
Gráfica 73-3:	Cajas de REC - CO2 – (F).....	135
Gráfica 74-3:	ICs individuales del 95% de Fisher REN – CO2 – (D).....	139
Gráfica 75-3:	Intervalos de REN – CO2 – (D)	139
Gráfica 76-3:	Cajas de REN- CO2 – (D).....	140
Gráfica 77-3:	ICs individuales del 95% de Fisher REN – CO2 – (M).....	143
Gráfica 78-3:	Intervalos de REN – CO2 – (M)	144
Gráfica 79-3:	Cajas de REN- CO2 – (M).....	145
Gráfica 80-3:	ICs individuales del 95% de Fisher REN – CO2 – (F).....	148
Gráfica 81-3:	Intervalos de REN – CO2 – (F)	149
Gráfica 82-3:	Cajas de REN - CO2 – (F).....	149

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Protocolo Modo Registro de CO₂.

Anexo B: Valores de concentración de CO₂.

Anexo C: Niveles de CO₂ Recomendados por diferentes organismos.

RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular, plantea analizar los niveles de emisiones de gases CO y CO₂, en el habitáculo de pasajeros de un autobús interprovincial, considerando condiciones ambientales y funcionales, para obtener valores que sean analizados, permitiendo conocer las condiciones confort del pasajero, considerando una temperatura ideal de 22°C. En la ruta seleccionada se realizó el estudio durante el recorrido del autobús tanto de los sectores urbanos céntricos como los periféricos, donde la afluencia de usuarios es notable a lo largo del día. Las mediciones de campo se llevaron a cabo (5 de agosto al 10 de agosto) dentro del habitáculo de un autobús interprovincial, considerando variables de funcionamiento del sistema de climatización automotriz, como condición, OFF, recirculación del aire y renovación del aire. La recopilación de datos se llevó a cabo en las secciones, delantera, media y trasera del habitáculo. Se utilizó un analizador de gases IAQ TESTO 440 mediante las sondas de CO₂ y la sonda de CO, se ubicó a una altura de 1,1 m del piso, que se consideró como el nivel promedio respiratorio del pasajero, generando los datos en lapsos de 10 minutos. Una vez realizado el análisis, se procedió a tabular los datos y determinar los niveles de concentración de emisiones producidas por la exhalación de los usuarios. Finalmente, se logró conocer los porcentajes de concentración de las emisiones de gases producidos por los usuarios, en las diferentes ubicaciones del habitáculo de pasajeros. Se recomienda que para futuras investigaciones se realice un estudio con una toma de datos de un día completo de viaje.

Palabras clave: <EMISIONES DE GASES>, <TRANSPORTE INTERPROVINCIAL>, <ANALIZADOR DE GASES>, <AIRE ACONDICIONADO>, <CALIDAD DEL AIRE>, <HABITÁCULO DE PASAJEROS>.

1634-DBRA-UTP-2022



SUMMARY

The present curricular integration work proposes to analyze the levels of CO and CO₂ gas emissions in the passenger compartment of an interprovincial bus, considering environmental and functional conditions, to obtain values that are analyzed, allowing to know the comfort conditions of the passenger, considering an ideal temperature of 22°C. On the selected route, the study was carried out during the bus route, both in the central and peripheral urban sectors, where the influx of users is notable throughout the day. The field measurements were carried out (August 5 to August 10) inside the passenger compartment of an interprovincial bus, considering operating variables of the automotive air conditioning system, such as condition, OFF, air recirculation and air renewal. Data collection was carried out in the front, middle and rear sections of the passenger compartment. An IAQ TESTO 440 gas analyzer was used through the CO₂ probes and the CO probe, it will be located at a height of 1.1 m from the floor, which was considered as the average respiratory level of the passenger, generating the data in lapses of 10 minutes. Once the analysis was carried out, the data was tabulated and the concentration levels of emissions produced by the users' exhalation were determined. Finally, it was possible to know the concentration percentages of the gas emissions produced by the users, in the different locations of the passenger compartment. It is recommended that for future research, a study be carried out with data collected from a full day of travel.

Keywords: <GAS EMISSIONS>, <INTERPROVINCIAL TRANSPORT>, <GAS ANALYZER>, <AIR CONDITIONING>, <AIR QUALITY>, <PASSENGER COMPARTMENT>.



Lcdo. Francisco Mantilla

C.I: 0603747809

INTRODUCCIÓN

Las personas que viajan diariamente y se benefician del transporte terrestre, como los autobuses interprovinciales del Ecuador para viajar a diferentes ciudades o en otros casos de una región a otra, ya sea motivo de paseo o para desplazarse a los diferentes trabajos. los usuarios están expuestos a contaminantes en el aire dentro del habitáculo del autobús, como las partículas (PM), las partículas ultra finas ($PM < 2,5$) y las partículas grandes ($PM > 2,5$), son partículas que regularmente están presentes en los recintos de los edificios o en habitáculo de pasajeros de los automóviles, (Sc y Sc 2013).

Las partículas están presentes en el aire de diferentes formas, como material particulado siendo una mezcla de partículas sólidas y gotitas ultrafinas en forma líquida, en el aire las partículas pueden existir en forma de suciedad, polvo, humo u hollín. Las partículas con su diámetro aerodinámico menor, será de mayor peligro para la salud de cada persona porque pueden atravesar por la nariz y la garganta, llegando a los pulmones profundamente y asentándose allí. Por lo tanto, el material particulado tiene un factor negativo en la salud de cada persona porque pueden presentar enfermedades como problemas respiratorios, (Mar 2014).

Las mediciones de campo se realizaron con un equipo que permita medir las emisiones de gases de CO y CO₂, que emiten las personas dentro del habitáculo del autobús interprovincial, teniendo en cuenta las variables como la recirculación del aire, la renovación del aire y cuando el sistema de aire acondicionado este totalmente apagado, con la recolección de estas mediciones se obtendrá datos confiables y precisos, para la realización del estudio, (Mar 2014).

El análisis se realizará en la parte interior del habitáculo del autobús interprovincial cuando este en movimiento y con pasajeros, que realice la ruta de la región sierra hacia la región oriente y viceversa, el estudio consiste en sacar datos y mediciones, tanto como en la parte delantera, media y final del habitáculo del autobús interprovincial, tomando en cuenta cuando el sistema de aire acondicionado automotriz esté en funcionamiento y cuando no esté en funcionamiento o este apagado, (Campagnoli y Torino 2019).

Los datos obtenidos de las mediciones de campo realizado dentro del habitáculo del autobús interprovincial en diferentes ubicaciones y en lapsos de tiempo, cuando el sistema de aire acondicionado automotriz esté en funcionamiento, en modo de recirculación de aire y renovación del aire o cuando el sistema de aire acondicionado automotriz este apagado, se realiza los

respectivos análisis estadísticos y se compara cada una de las variables y observando las diferentes cantidades de emisiones de gases CO y CO₂, (Faber y Brodzik 2017).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

1.1. Antecedentes.

El autor (Sc y Sc 2013) menciona lo siguiente: “Cada día 1.132.000 ecuatorianos viajan en buses interprovinciales dentro del país, este servicio es conformado por 3.062 rutas y 142.600 frecuencias”. Con respecto a las rutas del autobús interprovincial que se realizan entre dos lugares diferentes o rutas específicas y por frecuencia, se tiene conocimiento que las unidades de transporte terrestre realizan diferentes rutas. (Sc y Sc 2013) menciona lo siguiente: “Partiendo de estas cifras se puede señalar que el transporte terrestre interprovincial es un medio con mucha demanda y movimiento”. Ya que las personas de hoy día necesitan movilizarse de un lugar a otro ya sea por motivos de trabajo, estudios, turismo, comercio, etc. Una de las consecuencias que colabora al uso excesivo del transporte terrestre, es su disminuido costo, lo que hace que los usuarios tengan una mayor accesibilidad.

Algunos factores que son el principal malestar de los usuarios y que trae consigo, es el exceso de pasajeros, causando una ineficiencia en el sistema de climatización, son las siguientes: Los días consecutivos en los que predomina un clima soleado y caluroso, a los diferentes usuarios del medio de transporte genera inconformidad, por la elevación de temperatura al interior del habitáculo, donde ya excede la requerida para brindar el confort adecuado al usuario, (Wang et al. 2017).

Para conservar una temperatura de confort ideal para la regularidad, normalidad y un ambiente de confortabilidad debe mantenerse entre los 17°C a 24°C, caso contrario sucede con la temperatura de un ser humano que debe estar en un rango de los 35°C a 37°C. Por lo tanto, cuando este en una categoría normal de funcionamiento, la temperatura tanto del habitáculo y del exterior debe oscilar entre los 7°C a 10°C, teniendo una temperatura mínima en el habitáculo. La temperatura ideal supera su nivel de confort ambiental de 26°C, en el interior del habitáculo puede llegar a niveles altos de temperatura como los 40°C, en un tiempo determinado de 18 a 22 min, por lo que puede resultar peligroso para los usuarios o personas que están ubicados dentro del habitáculo, (Faber y Brodzik 2017).

(Mar 2014), menciona lo siguiente: “Durante más de 2 horas afectan la capacidad de raciocinio de una persona. Entre 2 y 4 horas de exposición a 240 mg/m³ se eleva el nivel de COHb en la sangre entre 10 % y 30%”. A lo largo de la presencia de las emisiones de CO en una medida de 45mg/m³, con un tiempo estimado de una o dos horas se eleva la posibilidad de que la persona presente dolores fuertes de cabeza, desmayos y mareos.

El autor (Mar 2014), menciona lo siguiente: “La exposición a 1.000 mg/m³ de CO eleva el nivel de COHb en la sangre a más de 30%”. Afecta en una persona y eleva los pulsos cardiacos, por lo que le puede llevar a provocar convulsiones o un coma. En otros casos el CO puede circular mediante la sangre, dañando levemente órganos vitales, principalmente el corazón, por lo cual da como resultado la incapacidad de realizar ejercicio físico, nuestro cuerpo se vuelve débil y tiende a decaerse, provocando la muerte y su principal causa es por ataques cardiacos.

En el transporte interprovincial del país, se presentan fenómenos que influyen directamente, en el confort de los usuarios del transporte, presentando una ineficiencia del sistema de climatización automotriz al interior de un bus interprovincial a diferentes condiciones ambientales y funcionales. Demostrando que la saturación de gases y la elevación de temperatura corporal, para algunos usuarios pueden presentar varios malestares como: deshidratación, mareos, migrañas e impaciencia entre otros, (Maxim y Estatal 2019).

1.2. Planteamiento del Problema.

En el transporte terrestre interprovincial se debe tener en cuenta que el conductor, el ayudante y los pasajeros están en distintos escenarios dentro del autobús interprovincial, lo cual van a tener diferentes tipos de ambientes, ya que los usuarios que están dentro del habitáculo del autobús interprovincial van a necesitar más del sistema de aire acondicionado automotriz, ya que, las emisiones de CO y CO₂ se incrementarán y es necesario de una recirculación de aire y renovación adecuada, para tener una temperatura ideal de confort dentro del habitáculo del autobús, (Brodzik y Faber 2018).

La razón principal, es la incomodidad e inconformidad que experimenta los usuarios diariamente al usar el transporte terrestre interprovincial, como resultados de la falta de confort dentro del habitáculo del autobús interprovincial, como, fatiga, dolores de cabeza, falta de aire, mareos, náuseas, sensaciones de desesperación, (Musat et al. 2016).

El no basarse en las reglas, la imprudencia y el incumplimiento, por parte del conductor y ayudante de la unidad de transporte terrestre son constantes, lo que ha llevado a consecuencia de un estilo de viaje forzado por parte de los usuarios que diariamente utilizan el transporte terrestre para movilizarse a diferentes ciudades, o en otros casos movilizarse de una región a otra, haciendo que el viaje no sea placentero y el confort no sea el óptimo dentro del habitáculo del autobús, estas falencias se ha convertido en un hecho del día a día, (Kamar y Kamsah 2015).

El deseo de suprimir de raíz estos hábitos de inconformidad de cada uno de los pasajeros, ya que las personas realizan viajes largos y necesitan de una temperatura ideal de confort, para que el viaje sea placentero y no tenga ningún tipo de molestia al momento de viajar los conductores o ayudantes deben poner en funcionamiento el sistema de aire acondicionado automotriz en determinados lapsos de tiempo para que exista una mejor calidad de aire y no se acumule en exceso las emisiones de gases CO y CO₂, (Dirks, Wang y Khan 2016).

En el momento que las personas permanecen en el automóvil y exhalan las emisiones de gases como el CO₂ a lo largo de la activación en modo de recirculación de aire, estos se aglomeran en una gran cantidad si el modo de recirculación de aire se prolonga por un tiempo extenso, a altos niveles de aglomeración de gases de CO₂ dañarían levemente las células del cerebro y causando fuertes jaquecas. “El CO₂ que es inhalado por los ocupantes pasa a su torrente sanguíneo y da como resultado un impacto negativo en su salud” (Mathur 2008).

El autor (Cha 2019) menciona lo siguiente: “Incluso a concentraciones bajas a moderadas, el CO₂ (> 800 ppm) se ha asociado con dolor de cabeza, fatiga, insuficiencia renal y disminución de la capacidad cognitiva en los seres humanos”. Debido a que las personas que principalmente ocupan los edificios o automóviles están expuestas a las emisiones de CO₂ pueden presentar daños leves en su cuerpo o en algún órgano vital, existe muy poca información respecto a este problema por parte de las personas. Lo fundamental de este trabajo es dar a conocer y examinar los niveles de CO₂ que se acumulan en espacios reducidos o en cabinas de los automóviles, (Cheik et al. 2016). Para conocimiento de esta problemática se plantea un estudio de emisiones de CO y CO₂, principales contaminantes de la calidad del aire en el interior del habitáculo del autobús de transporte terrestre interprovincial, que trabajan en un horario y ruta establecida, la obtención de datos se efectuara con un equipo analizador de gases IAQ TESTO 440, generando datos reales que serán útiles para futuras investigaciones, (Rojas Reinoso, Romero Hidalgo y Pancha Ramos 2019).

1.3. Justificación.

1.3.1. Justificación teórica.

En el siguiente estudio se aplicará lo aprendido tanto práctico como teórico en el transcurso estudiantil, sobre el funcionamiento del sistema de climatización automotriz, para la tabulación de datos se realizará mediante la ayuda software Excel, con el propósito de conocer los diferentes niveles de emisiones que son producto de la exhalación de los usuarios del habitáculo de pasajeros de un autobús interprovincial, acuerdo a las diferentes funciones del sistema de climatización automotriz, considerando la capacidad y tiempo que transcurre los autobuses interprovinciales de transporte terrestre, el mismo que servirá como instrumento para futuras investigaciones.

1.3.2. Justificación metodológica.

El trabajo de titulación comienza, con la recopilación de muestras e indagar sobre las emisiones que son producto de la exhalación de los usuarios, permitiendo el estudio de las emisiones producidas por los pasajeros de un autobús interprovincial, al ser una investigación similar a estudios realizados anteriormente, se efectuará bajo normas, ya que el estudio se realizará, en diferentes condiciones de funcionamiento del sistema de climatización automotriz, en una ruta establecida facilitando la determinación de niveles precisos de las emisiones, que son producto de la exhalación de los usuarios del transporte terrestre interprovincial.

1.3.3. Justificación práctica.

En el siguiente trabajo de indagación se enfoca en analizar las emisiones producidas de la exhalación de las personas, mediante la norma para emisiones de CO (GOST 33554-2015) y para las emisiones de CO₂ (ASHRAE 62.1-2019). Determinando los niveles precisos de emisiones en distintas condiciones del sistema de climatización automotriz como opción OFF, opción de Recirculación de aire y Renovación de aire; para las cuales se evidenciará los cambios que presentan en cada unidad de transporte terrestre, mediante el uso del equipo analizador de gases IAQ TESTO 440, que generará datos reales en un instante de tiempo preestablecido, mostrando valores máximos y mínimos de las emisiones que son producto de la exhalación de los usuarios. Ordenar y clasificar la información en el software Excel y validar la hipótesis mediante un método estadístico.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general.

- Analizar los niveles de emisiones de gases CO y CO₂ y la temperatura, en el habitáculo de pasajeros de un bus interprovincial, considerando condiciones ambientales y funcionales, para obtener valores analizables y comparables, permitiendo conocer las condiciones de confort más adecuadas para los usuarios.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Conocer los aspectos de funcionamiento, componentes y aplicaciones de un sistema de climatización automotriz de un bus interprovincial, para identificar su funcionamiento e incidencia, del confort ambiental en relación a la calidad del aire al interno del habitáculo de usuarios.
- Aplicar una metodología en la recolección de datos de temperatura, de emisiones de CO y CO₂, al interior del habitáculo de los usuarios de un bus interprovincial.
- Obtener los valores de temperatura, humedad y calidad del aire mediante el uso del equipo Testo 440, al interior del habitáculo de los usuarios.
- Analizar los datos de las emisiones de CO y CO₂ y obtener las condiciones ideales del habitáculo de usuarios.

1.5. Hipótesis.

El sistema de climatización de un bus interprovincial, influye en la calidad de aire, al interior del habitáculo.

1.6. Estado del Arte.

En el mundo se evidencia un porcentaje considerable de accidentes de tránsito, por un ineficiente funcionamiento del sistema de climatización automotriz, para el caso en los autobuses de transporte terrestre interprovincial. Son utilizados diariamente por usuarios de diferentes edades y condiciones físicas, cuales no deben representar mayor inconveniente al momento de movilizarse en dichas unidades, dado que al interior del habitáculo debe generarse un ambiente

que brinde, el confort necesario al usuario, para que al viajar o movilizarse en este medio de transporte no sea estresante y genere a largo plazo mal estar en la salud de los usuarios.

1.6.1. Instrumentación utilizada.

En la investigación (Ahmad Shafie, Mohamed Kamar y Kamsah 2015b) menciona que. Se usó un trípode como soporte para sostener el instrumento contador de partículas en su lugar durante la recolección de datos. El instrumento contador de partículas se colocó a una altura de 1,1 m del piso, que se consideró como el nivel respiratorio del pasajero. Los niveles de concentración de partículas PM1, PM2.5 y PM10 se midieron continuamente mientras el autobús viajaba a lo largo de la ruta seleccionada dentro del campus.

Los autores (Ahmad Shafie, Mohamed Kamar y Kamsah 2015b) menciona lo siguiente: “La distancia recorrida fue de aproximadamente 11,8 km. El autobús se mueve a una velocidad mayoritariamente inferior a 50 km / h durante todo el viaje”.



Figura 1-1: La ruta recorrida por el autobús durante las mediciones de campo.

Fuente: (Ahmad Shafie, Mohamed Kamar y Kamsah 2015b).

1.6.2. Medición de Campo.

El autor (Ahmad Shafie, Mohamed Kamar y Kamsah 2015b), menciona que: “El autobús lanzadera de la universidad se utilizó para transportar a los estudiantes desde sus albergues hasta los bloques de

conferencias dentro del campus. Los estudiantes estaban subiendo y bajando del autobús durante las mediciones de campo”. Se seleccionó una ruta dentro del campus para que viaje el autobús. Las recopilaciones de datos, es decir, la variación de las partículas con el tiempo, se llevaron a cabo en las secciones delantera, media y trasera del habitáculo. Los datos se adquirieron en condiciones de estado estacionario.

1.6.3. Sensor de dióxido de carbono y su ubicación.

Este sensor emite un voltaje (0 ~ 5 V) basado en la concentración de dióxido de carbono. La precisión de la medición de la concentración de dióxido de carbono es de $\pm 10\%$ del valor medido y la frecuencia de medición es de 1 Hz. Se utilizaron dos de estos sensores para este estudio (Mathur 2008).

El autor (Mathur 2008), menciona lo siguiente: “Uno de los sensores se instaló en la puerta de entrada de la unidad de ventilación para monitorear la concentración de dióxido de carbono en el aire que ingresa a la cabina a través del capó”. La colocación del segundo sensor en el vehículo fue cerca del área de la estantería de paquetes. En el modo de recirculación, las lecturas de concentración de ambos sensores fueron cercanas, lo que indica una buena mezcla del aire dentro de la cabina (Mathur 2008).

1.6.4. Distribuciones de contaminantes.

Las concentraciones de gases CO₂, CO y CH₂O son más altos en la sección frontal del habitáculo. “Las concentraciones de CO₂ y CHO exceden el límite de umbral especificado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que son 1,000 ppm y 0,08 ppm, respectivamente” (LEE 2012). También se puede observar desde la cifra de que la concentración de todos los gases es más baja en la parte trasera del habitáculo.

1.6.5. Parámetros ambientales del vehículo.

El autor (Musat y Helerea 2009), menciona lo siguiente: “Muy pocos artículos han definido explícitamente las diferencias entre el vehículo y el entorno del edificio. Sin embargo, hay investigadores que se ocuparon de los parámetros ambientales del vehículo y sus métodos de medición”.

Para medir parámetros individuales en edificios, la investigación automotriz ha adoptado un enfoque diferente, principalmente debido al pequeño espacio de trabajo disponible y las pruebas de conducción dinámicas, que se requieren para realizar mediciones térmicas. La instalación de grandes cantidades de equipos en las cabinas de los vehículos requiere mucho tiempo y presenta dificultades cuando todos los parámetros deben medirse en la misma posición. El uso de un transductor que mida el efecto combinado de todos los parámetros ambientales hará que la evaluación sea muy eficiente (Musat y Helerea 2009).

1.6.6. Modelos de confort térmico.

Se han desarrollado diferentes modelos de confort térmico que pueden usarse para predecir la evaluación subjetiva del confort (Musat y Helerea 2009), menciona que: “Los modelos se basan generalmente en seis parámetros: temperatura del aire, humedad del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire, actividad humana y aislamiento de la ropa”.

1.6.7. Análisis de ambiente térmico.

Durante la etapa de precalentamiento, la temperatura del aire del conductor y del pasajero trasero de arriba hacia abajo se distribuye de mayor a menor. La diferencia de temperatura máxima entre la cabeza y los pies se produce en 20 min, y el conductor y el pasajero trasero son de 8,6 C y 7,6 C, respectivamente. La razón principal de la temperatura significativamente estratificada en la dirección vertical es que la parte superior del aire está fuertemente influenciada por la radiación solar (Zhang et al. 2020).

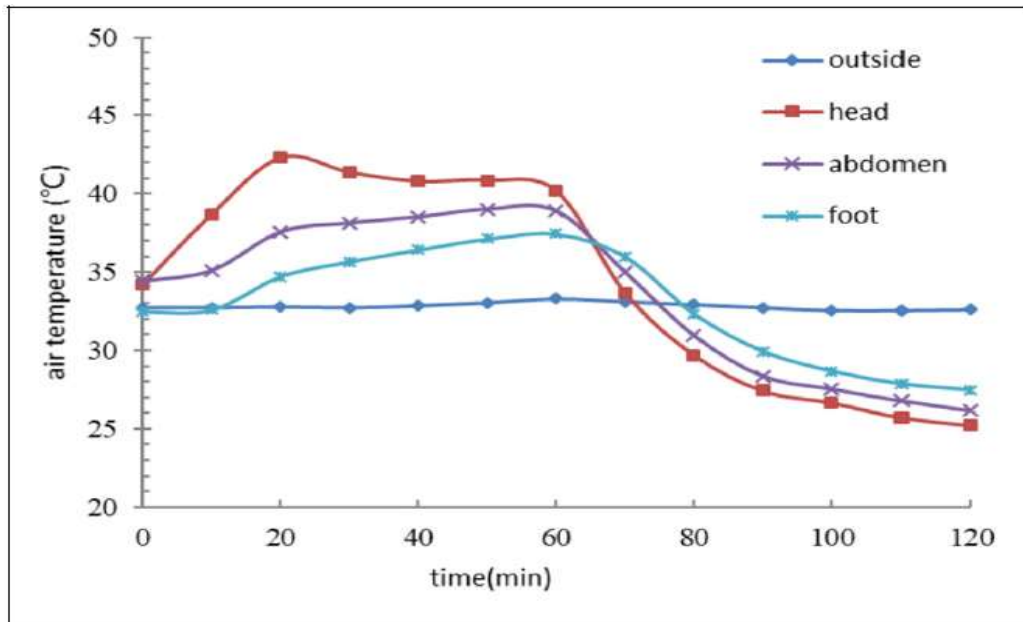


Figura 2-1: Cambio de temperatura del aire de la posición del pasajero (inactivo).

Fuente: (Zhang et al. 2020).

La temperatura del aire de diferentes partes del conductor y el pasajero trasero en condiciones de conducción. Se puede ver que la ley de estratificación de la temperatura del aire en la cabina, es básicamente consistente con la del ralentí. Sin embargo, a través del análisis comparativo con la condición de ralentí, cuando el cambio de temperatura en la cabina tiende a ser plano, la diferencia máxima de temperatura del aire entre las capas en condiciones de conducción es menor que en condiciones de inactividad (Zhang et al. 2020).

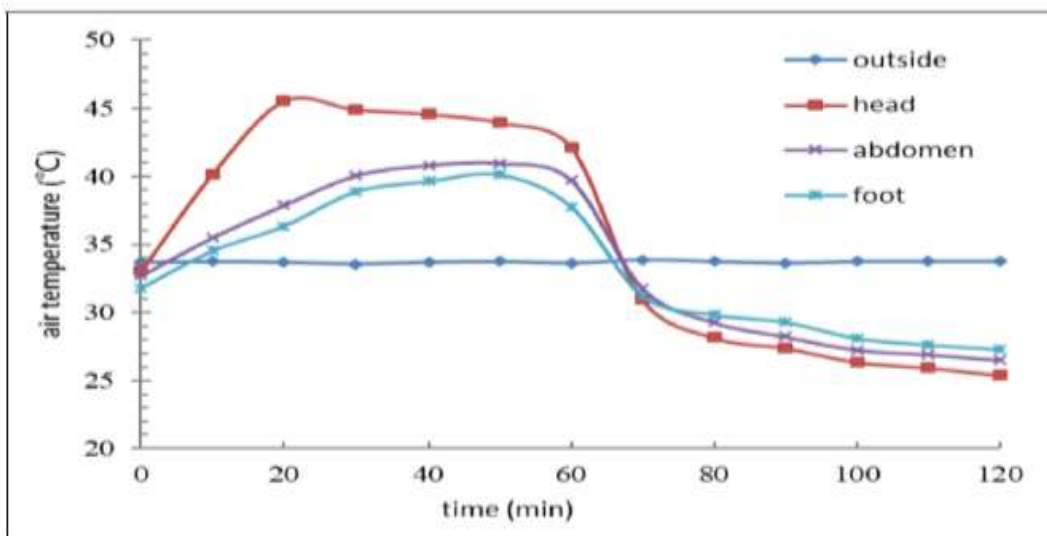


Figura 3-1: Cambio de temperatura del aire de la posición del pasajero (conducción).

Fuente: (Zhang et al. 2020) .

1.6.8. Condición de contorno.

La temperatura y la velocidad del aire que sale de los difusores de suministro de aire se fijaron en 23 ° C y 3 m / s, respectivamente, en base a los valores de medición de campo. La temperatura de la pared del autobús se fijó en 26 ° C. Las concentraciones de gas CO y PM1 en la puerta principal se establecieron en 7 ppm y 52 µg / m³, respectivamente. Estos se aplicaron para todos los casos de configuración de ventilación considerados en este estudio. La intensidad turbulenta se fijó en 5%. Se aplicó una condición de no deslizamiento en las paredes del compartimento de pasajeros (Ahmad Shafie, Mohamed Kamar y Kamsah 2015a).

1.6.9. Influencia de los niveles de CO₂ en la cabina según la actividad humana.

Las tasas de respiración promedio para adultos en función de su actividad. Con base en estos datos, la frecuencia respiratoria de un adulto sin actividad física da como resultado el volumen respiratorio (es decir, pulmones totales flujo de aire por unidad de tiempo) de 6 litros/min de CO₂. La concentración en la respiración de un ser humano adulto es del 3%. A medida que aumenta el nivel de actividad, la frecuencia respiratoria aumenta dando como resultado un aumento del flujo de aire de los pulmones. Esto da como resultado una mayor magnitud de dióxido de carbono que exhala por la boca y las fosas nasales del ocupante. Este dióxido de carbono permanece dentro de la cabina (Mathur 2017).

Tabla 1-1: Tasa respiratoria de adultos en función de la actividad.

Nivel de actividad	Tasa de flujo volumétrico respiratorio	
	Litros/min	Litros/ hora
Descansando	1-6	360
Caminando	15	900
Andar en bicicleta lentamente	15	900
Caminar rápido	30	1800
Subiendo escaleras	30-40	1800-2400
Andar en bicicleta a alta velocidad	60-100	3600-6000
Correr	60-100	3600-6000

Fuente: (Mathur 2017).

1.6.10. Distribución del aire de la cabina en la zona de respiración.

El suministro de aire en la parte delantera y trasera de la cabina es insuficiente. El autor (Qin et al. 2020), menciona que: “La velocidad de flujo de la salida de suministro de aire de la cabina es de 3 m/s, de modo que el calor residual en ambos extremos no se puede descargar de la salida de escape de aire a tiempo”. Lo que da como resultado que la temperatura en ambos extremos de la cabina es más alta que en el medio de la cabina. Mediante simulación y conversión, las temperaturas mínima, media y máxima en el plano de respiración ($Z = 1,15$ m) de los pasajeros sentados son aproximadamente 18°C , 26°C y 35°C , respectivamente.

1.6.11. Efectos fisiológicos de Dióxido de carbono en humanos; Cantidades de generación en Actividad humana & Composición del aire inhalado y exhalado.

Según estos datos, la frecuencia respiratoria de un adulto sin actividad física da como resultado un volumen respiratorio (es decir, flujo de aire total de los pulmones por unidad de tiempo) de 6 litros / min. La capacidad pulmonar de los seres humanos difiere para las personas que viven al nivel del mar y que pasan su vida a gran altura. Normalmente, las personas que viven a mayor altitud desarrollan un mayor volumen de pulmón. Las capacidades pulmonares de las mujeres embarazadas disminuyen debido a la compresión del diafragma por el útero. La concentración de CO_2 normal en la respiración para un ser humano adulto es $3.8 \sim 5.8\%$; y el aire medio que se inhala tiene 0.04% de CO_2 (aprox. 410 ppm). Por lo tanto, el aire exhalado de nuestros pulmones contiene aproximadamente 100 veces de dióxido de carbono y luego el aire que se inhala (Mathur 2020).

Tabla 2-1: Efectos fisiológicos del dióxido de carbono.

% VOL DE CO_2 EN AIRE	EFFECTOS EN UN ADULTO PROMEDIO
<0,07%	Aire normal
0,1%	Límite de comodidad
0,2%	Aumento de la frecuencia respiratoria
2%	Aumento del 50% de la frecuencia respiratoria
3%	Aumento del 100% en la frecuencia respiratoria, límite de exposición a corto plazo de 10 minutos (PEL-límite de exposición permisible)
5%	Aumento del 300% en la frecuencia respiratoria; el dolor de cabeza y la sudoración pueden comenzar en 1 hora.
8%	STEL (límite de exposición a corto plazo)
8 ~ 10%	Dolor de cabeza después de 10 a 15 minutos, mareos, zumbidos en los oídos, aumento de la presión arterial, pulso alto, excitación y náuseas

10 ~ 18%	Calambres después de unos minutos, ataques epilépticos, pérdida del conocimiento, caída brusca de la presión arterial. Tenga en cuenta que las víctimas se recuperarán muy rápidamente al aire libre.
18 ~ 20%	Síntomas similares a los de un accidente.
30%	Cerebrovascular. Pérdida del conocimiento en 24 segundos

Fuente: (Mathur 2020).

1.6.12. Probar los vehículos y la configuración del aire de la cabina.

Se obtuvieron ocho vehículos ligeros de Motor Trend® a través de una asociación con Emissions Analytics (Reino Unido) para este estudio. Estos vehículos eran modelos relativamente nuevos de diferentes fabricantes en ese momento. Estos vehículos incluían dos Mercedes-Benz GLA250 2018, un Mitsubishi Outlander 2018, un BMW 230i Coupe 2018, un Hyundai Genesis G80 2018, un complemento BMW 740i 2018, un Chevrolet Bolt 2017 y un Lexus LS500 AWD 2017. Los vehículos se revisaron para determinar su idoneidad general para la carretera, como la presión de los neumáticos y el nivel de aceite. Cada vehículo fue probado para una prueba estática y dinámica (Pham et al. 2019).

1.6.13. Concentraciones de PM influenciadas por los eventos (mañana y tarde).

Los autores (Kumar, Gupta y Parmar 2014), menciona lo siguiente: “Se investigo dos eventos determinados que afectaron las concentraciones de contaminantes vehiculares, es decir, por la mañana y por la noche, para determinar si la exposición aumentó durante esos eventos”. Las concentraciones de PM₁₀, PM_{2.5} y PM₁ disminuyeron significativamente de la mañana a la noche para todos los modos de viaje. El estudio comparativo sugiere que cuando la diferencia de la media menos el valor p se ha observado y no es el caso cuando la diferencia de las medias es grande. En el caso del coche, la diferencia de la media de PM₁₀ y PM_{2.5} es 9 y 8 respectivamente con 2.5 10 el valor p como 0.002 y 0.225 (Kumar, Gupta y Parmar 2014).

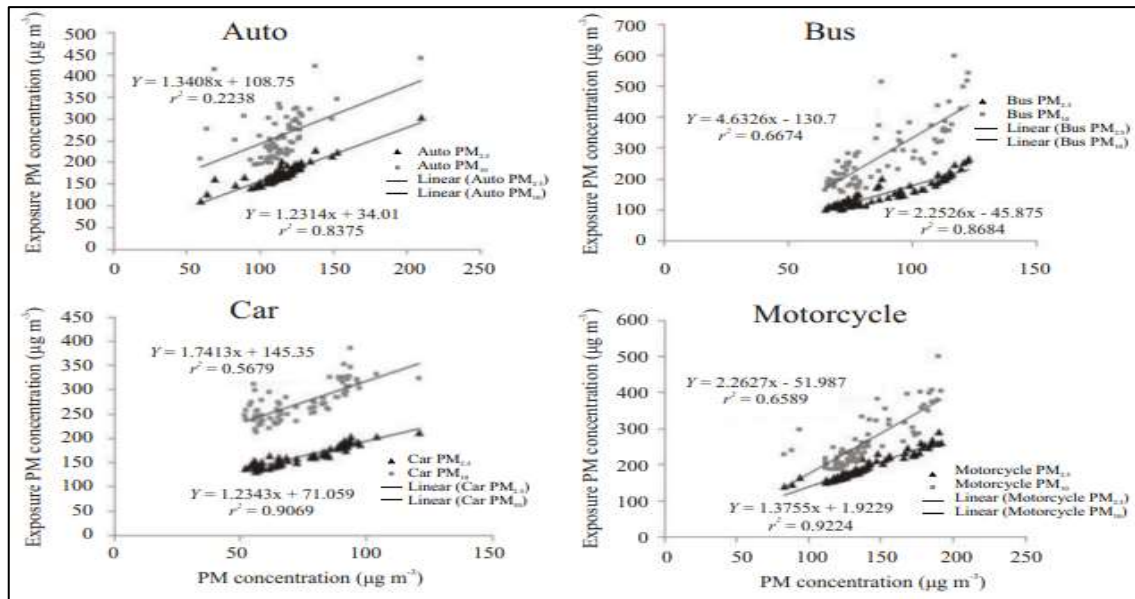


Figura 4-1: Ecuaciones de regresión de PM y PM con PM.

Fuente: (Kumar, Gupta y Parmar 2014).

1.6.14. Variación de la exposición a la concentración durante un viaje típico.

Los niveles de concentración aumentaron y se mantuvieron altos hasta que el automóvil salió de los límites de la ciudad, principalmente debido al aumento de la densidad del tráfico. Este aumento también se ve corroborado por el mayor nivel de CO (CO es el trazador de emisiones vehiculares) cuando el automóvil pasa por las localidades. El aumento en las concentraciones de PM_{2.5} y CO es más pronunciado en Vijayawada que en otros lugares. Tiruvur es la excepción porque la mayoría del tráfico pasa por alto la ciudad. Entre dos ciudades, los niveles de concentración fueron menores debido al tráfico que fluye libremente y los campos abiertos a ambos lados de la carretera resultaron en una fácil dispersión de los contaminantes emitidos (Kolluru, Patra y Sahu 2018).

1.6.15. Monitoreo de CO móvil.

Durante la campaña de monitoreo, a cada conductor se le indicó que estableciera su configuración de ventilación en "aire nuevo (NA)", "recircular (RC)", o tener la ventilación activa, desactivada y la ventana del conductor abierta hasta la mitad, una configuración llamada "ventana abierta (WO)". Para estimar la tasa de intercambio de aire dentro de los vehículos, el pico de concentración observado con la configuración NA, se utilizó de una manera novedosa para obtener una estimación post-experimental (Dirks et al. 2018).

1.6.16. Protocolo y equipo de medición.

En el interior del automóvil se colocaron 8 termocuplas en las superficies de descanso: ventana del lado del conductor, ventana del lado del pasajero, parabrisas, tablero de instrumentos, salida central, salida del lado izquierdo, techo y piso. En el centro de la cabina, la temperatura y la humedad se registraron con una sonda FHA646-E1 fabricada por Ahlborn. Se colocaron otras dos sondas inalámbricas AX-DT200 al nivel del pecho de los pasajeros traseros. La radiación solar se registró con una sonda Piranómetro Almemo FLA 628S, colocada en el automóvil durante la adquisición. Más detalles de las sondas y registradores de datos usados (Danca et al. 2021).



Figura 5-1: Vehículo colocado dentro y fuera durante las sesiones de medición.

Fuente: (Danca et al. 2021).

1.6.17. Estándares de calidad del aire.

Actualmente, la norma ASHRAE ANSI / ASHRAE 62.1-2004 especifica los niveles seguros de dióxido de carbono en espacios acondicionados para humanos. Esto cubre muchos tipos de edificios y usos que requieren intercambios de aire y concentraciones de dióxido de carbono. ASHRAE también ha establecido un requisito de 15 CFM por persona para la ventilación de vehículos. Esto es similar a su requisito de 10 CFM por persona para aviones comerciales. Esta cantidad de intercambio de aire es muy superior al mínimo de 4 intercambios para vehículos y de 6 a 8 intercambios de aire por hora para las salas de estar familiares recomendados por Engineering Tool Box sobre las tasas de intercambio de aire (Atkinson, Hill y Mathur 2017).

1.6.18. Explicación de los patrones de flujo de aire interior.

El sistema MAC, cuando se opera con aire exterior, permite la entrada de aire desde el área de entrada de la cubierta, en la base del parabrisas, hasta el ventilador del sistema. Cuando se opera en el modo de recirculación, la puerta de aire cierra la abertura de aire exterior y el flujo de aire de la cabina ingresa al ventilador desde una abertura detrás del panel de instrumentos (Atkinson, Hill y Mathur 2017).

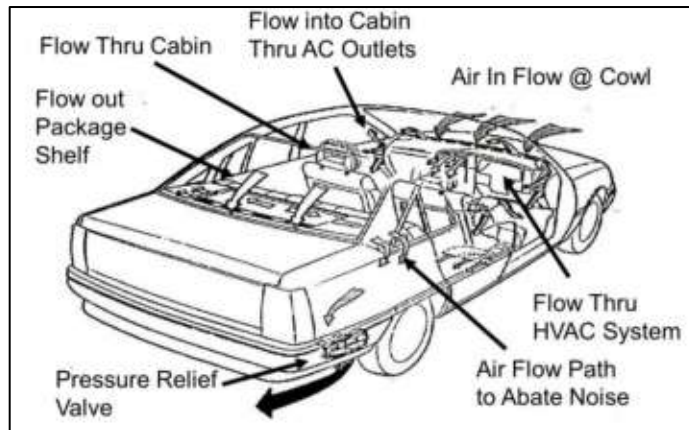


Figura 6-1: Ilustración de flujo en un vehículo típico.

Fuente: (Atkinson, Hill y Mathur 2017).

La presión positiva en la cabina solo ocurre cuando todas las ventanas del vehículo están cerradas y el ventilador está funcionando a una velocidad para entregar suficiente flujo de aire. A menos que el flujo de aire suficiente del ventilador del sistema MAC produzca una presión positiva en la cabina, la presión en la cabina estará en un estado negativo. Si se abre la ventana del conductor (1 o 2 pulgadas), la presión de la cabina se volverá negativa (Atkinson, Hill y Mathur 2017).

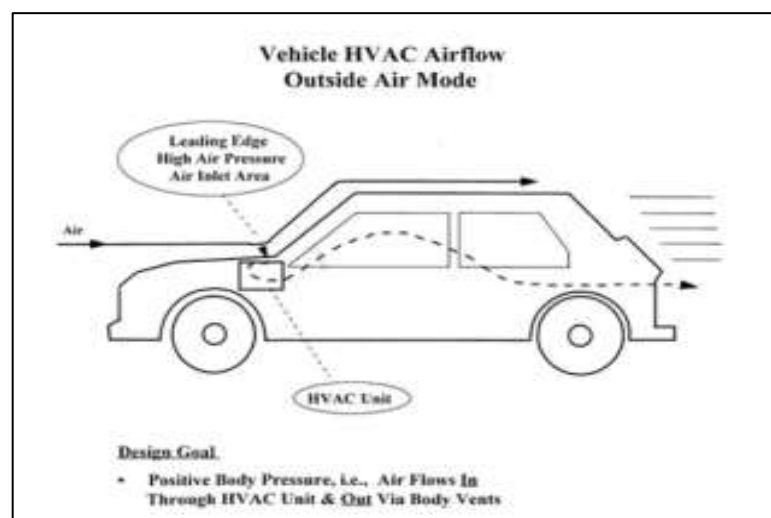


Figura 7-1: Operación MVAC 100% OSA.

Fuente: (Atkinson, Hill y Mathur 2017).

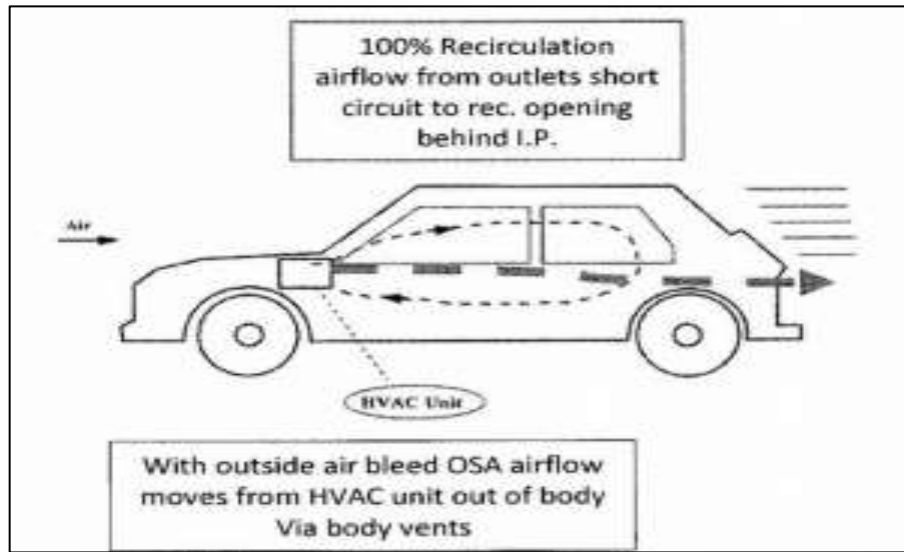


Figura 8-1: Operación MVAC 100% Rec. y sangrado de aire OSA (PR)

Fuente: (Atkinson, Hill y Mathur 2017).

1.6.19. Estudios de acumulación de CO₂ en vehículos.

Informes técnicos recientes de la industria automotriz indican, que el uso de aire 100% recirculado da como resultado altos niveles de dióxido de carbono en la cabina de pasajeros. Es imperativo que la consideración de la calidad del aire de los pasajeros considere el potencial de contaminación de los niveles de dióxido de carbono de los ocupantes, COV y emisiones del tubo de escape. Para minimizar los niveles de CO₂ dentro de la cabina, el sistema MAC debe proporcionar la capacidad de controlar los niveles de CO₂ de la cabina agregando aire exterior (Atkinson, Hill y Mathur 2017).

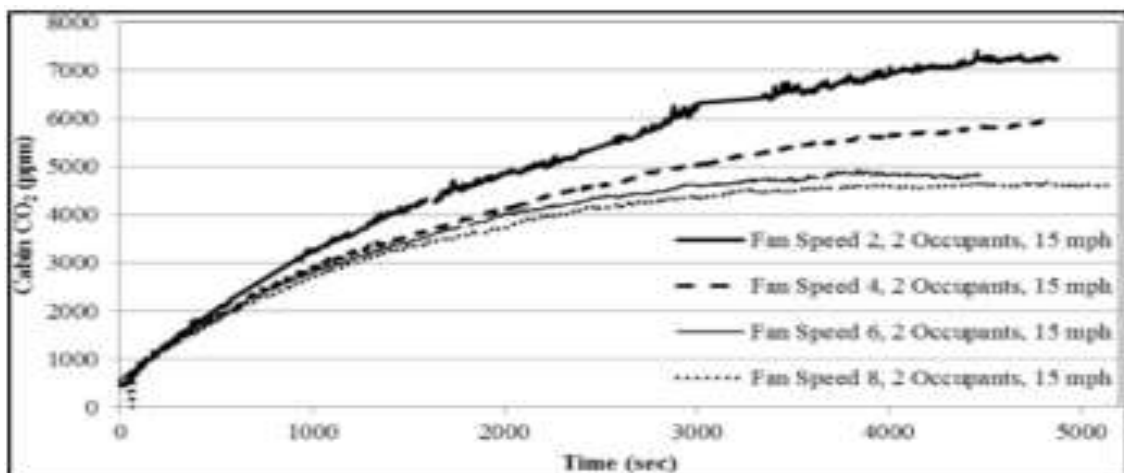


Figura 9-1: SAE 2013-01-1494 Evolución de la concentración de CO₂.

Fuente: (Atkinson, Hill y Mathur 2017).

1.6.20. Procedimiento de recolección de flujo de aire.

El método de flujo de aire de recolección "0" se puede utilizar para determinar el flujo de aire de salida del panel y el sistema MAC. Se usa un dispositivo de recolección que puede ser un vehículo o una caja de recolección, y una película plástica sobre una abertura de acceso y una herramienta de medición de flujo de aire calibrada. Este método se puede utilizar para determinar la cantidad de AOS que se entrega en la cabina de pasajeros desde el sistema de A/C. Usando la herramienta de flujo de aire y aumentando o disminuyendo su flujo, la posición de la película plástica indicará si se ha logrado un equilibrio "0". Con la película en una posición intermedia (centro), la herramienta de medición ha igualado la cantidad de flujo de aire (Atkinson, Hill y Mathur 2017).

1.7. Calidad del aire interior (IAQ) y Confort térmico.

Estudios demuestran que, para obtener un eficiente sistema de climatización del vehículo, se requiere un diseño completamente adecuado para obtener un desempeño eficaz del sistema de enfriamiento de confort, en el automóvil se debe recrear un movimiento de aire, de esta manera disipando el calor y emanaciones corporales de los usuarios y de igual manera nivelar la acumulación de humedad. Asumiendo una temperatura ideal de 21.67 °C sin exposición solar, un porcentaje de 98% de personas sienten confort con una velocidad de aire de cero aplicada hacia su cuerpo. De igual forma el mismo porcentaje de personas sienten confort a una temperatura de 27.22 °C, con una velocidad de aire de 500 fpm. Si los conductos de salida de aire se encuentran en la ubicación correcta y entregan aire con suficiente velocidad de aire a los usuarios, se logra generar el confort adecuando para los usuarios, a una temperatura elevada en el vehículo con un bajo flujo de aire (ASHRAE 2007).

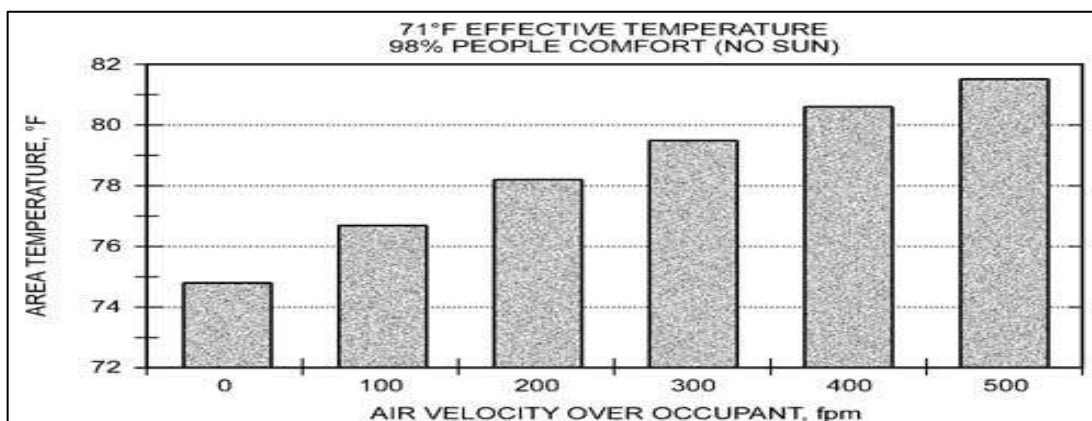


Figura 10-1: Comodidad en función de la velocidad del aire.

Fuente: (ASHRAE 2007).

1.8. Factores de carga de enfriamiento.

1.8.1. Infiltración.

Tanto como en los edificios, la infiltración también sucede en el vehículo ya que no están sellados en su totalidad, ya que existe algunos elementos del vehículo, que se encuentran en la carrocería para llegar a su interior. Según el autor (ASHRAE 2007), menciona que: “La infiltración varía con la velocidad relativa del viento/vehículo. A diferencia de los edificios, los automóviles están destinados a generar una velocidad relativa del viento y los motores pueden emitir gases distintos del aire”. En la carrocería del automóvil tanto el sellado y como los respiraderos van a hacer parte fundamental del diseño de aire acondicionado automotriz para un vehículo.

1.8.2. Aislamiento.

Debido a consideraciones de costo y peso, rara vez se agrega aislamiento para reducir la carga térmica; El aislamiento para el control del sonido generalmente se considera adecuado. El aislamiento térmico adicional del tablero y el piso ayuda a reducir la carga de enfriamiento (ASHRAE 2007). También en algunos vehículos que recién están saliendo al mercado tienen vías o conductos HVAC aislados, para así poder disminuir el calor a lo largo del enfriamiento y cuando, esté en el funcionamiento la calefacción tenga una pérdida de calor. Dentro del vehículo se tiene una temperatura máxima de 48°C por delante de los convertidores catalíticos, tanto como en la parte superior y en las partes de los laterales del vehículo se tiene una temperatura de 43°C.

1.8.3. Colores y acristalamiento del vehículo.

En el vehículo tanto los colores de la parte exterior y de la parte interior, conjuntamente con los elementos que son idénticos o similares a las propiedades del cristal como las ventanas ya sea transparentes o sean ventanas tintadas, el parabrisas de la parte delantera o trasera, juegan un papel muy fuerte por lo que afecta con respecto a la temperatura de remojo del vehículo. El autor (ASHRAE 2007), menciona lo siguiente: “Las temperaturas del nivel respiratorio después de 1 h de remojo pueden ser de 40 a 60 ° F más altas que las ambientales, con superficies internas de 50 a 100 ° F por encima de la temperatura ambiente”.

1.8.4. Temperaturas y Humedad Ambientales.

El autor (ASHRAE 2007), menciona lo siguiente: “Deben tenerse en cuenta varias temperaturas ambientales. Se evalúa el rendimiento de los calentadores a temperaturas de -40 a 70 ° F”. En el vehículo en el sistema de aire acondicionado automotriz se diagnostica de 4°C a 37°C, aunque en otras ocasiones se puede tener temperaturas ambientales por arriba de los 51°C, un factor de la humedad relativa, es la carga en el sistema de aire acondicionado automotriz, esta carga posee alrededor del 30% del total. Teniendo en cuenta que el sistema de aire acondicionado automotriz es una pieza fundamental del vehículo, se debe tener presente los desperfectos del calentamiento general provocado por el vehículo. Por otro lado, con los componentes que existen dentro del vehículo, la temperatura superior de diseño se puede apreciar en el transcurso de los tiempos cuando el vehículo está directamente expuesto a los rayos del sol.

1.9. Entorno operativo de Componentes.

Los diferentes elementos localizados debajo del capó pueden estar expuestos a condiciones realmente rigurosas. Los valores máximos de temperatura que se pueden generar son hasta los 121.11 °C. La gran iniciativa de producir vehículos con una mayor eficiencia de consumo de combustible a provocado una reducción de espacio debajo del capó del vehículo. El calor del vehículo también se suma a las cargas de enfriamiento que debe manejar el sistema de aire acondicionado. En el periodo de reposo del vehículo, el calor generado se acumula en la campana, donde puede elevar la temperatura a un rango de -12.22 y -3.89 °C del aire que ingresa a la cámara de entrada (ASHRAE 2007). Se han registrado temperaturas del aire de hasta 71.11 °C, en partes del condensador del vehículo en funcionamiento en temperaturas ambientales considerablemente bajas de 37.78 °C.

1.10. Ventilación y contaminantes en el aire.

Normalmente los contaminantes en el aire pueden incluir bacterias, vapores de fluidos del vehículo y agentes corrosivos (Mathur 2008). Se debe tener en cuenta la exposición al momento de seleccionar los materiales para la producción de los componentes del vehículo, especialmente los selladores intercambiadores de calor. La incorporación de filtros de partículas y/o carbón, con el fin de mejorar la calidad de aire interior (IAQ) se ha convertido en algo común en la actualidad (ASHRAE 2007). Los sistemas de manejo de aire prácticamente en su totalidad de los vehículos con capacidad de exceder las recomendaciones de ventilación para edificios y transporte público en ASHRAE. Estándar 62.1.

1.10.1. Subsistema de manejo de Aire.

En la cabina el conjunto encargado de brindar un tratamiento del aire, se denominada módulo de aire acondicionado (ACM), encargada de distribuir aire en el habitáculo de los usuarios (ASHRAE 2007). El modo de ejecución del sistema de tratamiento de aire se detalla a continuación. La válvula de ingreso de aire facilita que el aire del exterior (tomado directamente del compartimiento de ingreso de aire) o del habitáculo por medio del ventilador sea recirculado. Posteriormente, el aire movido por el ventilador atraviesa el evaporador hacia la puerta de control de temperatura, obligando al aire dirigirse al núcleo del calentador permitiendo obtener la temperatura deseada. Consecuentemente, el aire se fluye en el área de distribución del módulo, donde se dirige a una o más de las salidas de calefacción, descongelación o ventilación. El aire al interior del habitáculo recircula o sale del vehículo a través de las ventoleras de los diferentes conductos de ventilación.

1.11. Modalidades del Suministrar el aire.

En la actualidad la mayoría de automóviles, mínimo constan con tres modalidades en el sistema de climatizador como: calefacción, desempañador y aire acondicionado (ventilación en automóviles sin aire acondicionado). Las modalidades mixtas más frecuentes incluyen binivel, mezcla y ambiente.

1.11.1. Modalidad de Calefacción.

En la modalidad de calefacción está diseñado para proporcionar una calefacción adecuada y agradable para los usuarios del automóvil. En el estudio realizado por (Masivo 2000), menciona que: “El flujo de aire máximo típico del calentador es 125 a 200 cfm para un automóvil mediano. El aire del calefactor generalmente se distribuye en el compartimiento inferior delantero (para los pies), debajo del asiento delantero y hacia arriba”. La distribución de los conductos dirigidos hacia el piso genera un mayor confort en el automóvil, permitiendo distribuir aire ligeramente más frío al nivel de la respiración. El aire siendo influenciado directamente por la temperatura, la cual es elevada, en el compartimiento de suministro, presentando un inconveniente a los usuarios por generar incomodidad en los usuarios.

1.11.2. Modalidad de Descongelación.

La modalidad de descongelación, se enfoca principalmente en brindar una mayor visibilidad en el parabrisas de las condiciones climáticas u otros problemas externos que dificulten la visibilidad del conductor. “El flujo de aire máximo típico para los sistemas de descongelación es de 150 a 200 cfm para un automóvil de tamaño mediano” (Masivo 2000). De similar forma la modalidad de calefacción, ayuda para contrarrestar algún factor que dificulten la visibilidad del conductor por medio del parabrisas. Estableciendo un intervalo de tiempo destinado para que actúen los desempañadores y faciliten la visibilidad en condiciones climáticas extremas.

1.11.3. Modalidad de Aire Acondicionado.

En la modalidad de aire acondicionado brinda una reducción de temperatura para confort de los usuarios y simultáneamente ventilar el habitáculo del automóvil. El autor (Masivo 2000), menciona que: “El flujo de aire típico para el modo panel es de 200 a 300 cfm en un automóvil de tamaño mediano. Debido a las diferencias de temperatura más bajas en este modo”. Del sistema se estima obtener una velocidad mínima de aire de 2000 pies por minuto en la salida, obteniendo el confort correcto a los usuarios del automóvil que se encuentran ubicados en la parte delantera y posterior del habitáculo.

1.12. Aire Contaminado en los diferentes ambientes al interior de vehículo.

Los valores máximos de porcentajes de CO son de más 2 ppm en un automóvil SUV, Hatchback y Sedan. Según el autor (Ravindra, Agarwal y Mor 2020) describe que “Los límites permisibles para la concentración de CO en ambientes interiores son <2 ppm (Clase A-Aspiración), <9 ppm (Clase B-Aceptable) de acuerdo con el Estándar de Calidad Ambiental Interior ISHRAE 10001-2016”. El valor promedio en la ubicación de la ventana en la parte posterior y sedán posterior, observaron datos de 2,2 0.4 y 2.2 0.8 ppm respectivamente, los cuales excede los valores de umbral de estándares IAQ.

1.13. Efectos a la salud debido a un inadecuado confort térmico al interior del habitáculo de los vehículos.

El autor (Ravindra, Agarwal y Mor 2020), menciona que: “La temperatura muy alta y la baja humedad dentro de la cabina del automóvil también son dañinas y pueden causar graves efectos agudos para la salud debido a la exposición repentina a altas temperaturas”. Se tiene conocimiento de que someter al cuerpo humano a estas condiciones pueden, ocasionar estrés por golpes de calor y

fluctuaciones en la presión arterial, comprometiendo la integridad física y mental del conductor y los usuarios al interior del habitáculo del vehículo.

1.14. Estrategias de mitigación para la reducción de riesgos extremos para la salud por calor.

A nivel mundial el cambio climático ha presentado considerablemente un problema, originando temperaturas extremas, que pueden influenciar directamente en el confort térmico de los usuarios de los vehículos, ya que se considera como microambiente cerrado. El autor (Ravindra, Agarwal y Mor 2020), menciona que: “Los vehículos que se dejan estacionados al aire libre se calientan a la luz solar directo durante el verano y hacen que sea incómodo para el conductor y el pasajero sentarse”. Los sensores de temperatura en la actualidad se pueden calificar como omnipresentes, en el estudio da inicio al enfoque a los sensores diseñados para adquirir datos de confort térmico.

1.14.1. Temperatura del aire de suministro.

La temperatura (Zhou, Lai y Chen 2019), del aire ingresado al habitáculo por los conductos de suministro del sistema de aire acondicionado, está diseñado en base a una serie de pruebas realizadas en vehículos estacionados, tomando datos en el interior, exterior y consecuentemente en condición de conducción. El autor (Zhou, Lai y Chen 2019), menciona que: “La temperatura del aire de suministro disminuyó rápidamente en los primeros 15 minutos después de encender el sistema de aire acondicionado”. De estas pruebas realizadas obtuvieron datos de temperatura indicando que, la prueba 3 redujo su temperatura de 33 °C a 12.3 °C, y de igual forma en la prueba 12 redujo su temperatura de 51.7 °C a 13.5 °C, finalmente en la prueba 16 hubo una reducción de temperatura de 41.7 °C a 10.7 °C. En figura 11-1 se muestra la ubicación de la toma de datos de temperatura en los diferentes puntos de piel de los usuarios.

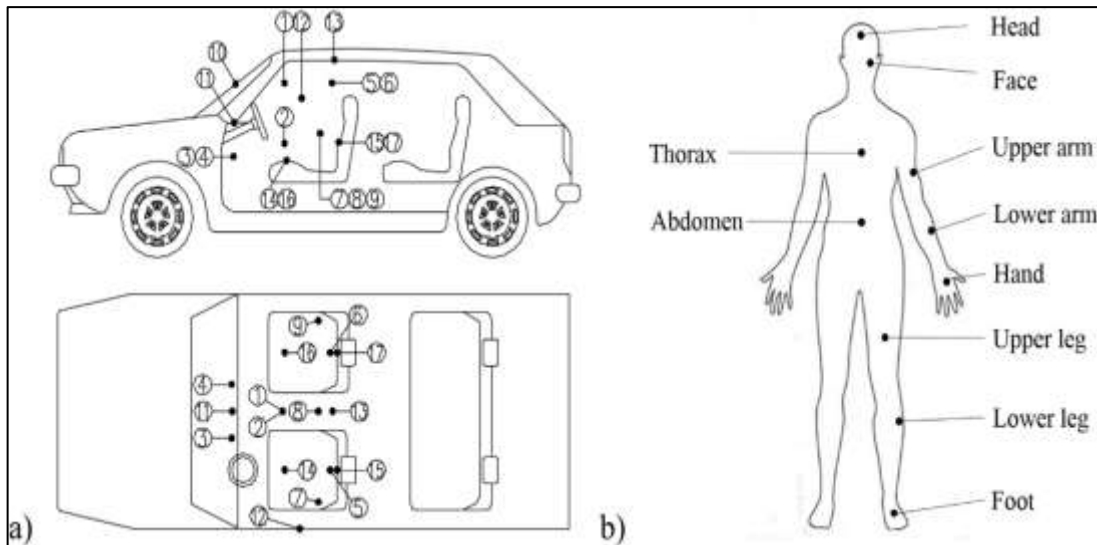


Figura 11-1: Posición de medición de temperatura: a) temperaturas, b) piel de los usuarios.

Fuente: (Zhou, Lai y Chen 2019).

1.14.2. Temperatura de aire alrededor del usuario.

La temperatura del aire distribuido alrededor del usuario, fueron analizados por en las diferentes pruebas realizadas por los investigadores, observaron que los datos obtenidos no obedecen una constante la cual presentaba una tendencia no homogénea (Zhou, Lai y Chen 2019). Se demostró que los pequeños cambios realizados en los factores al momento de realizar una prueba, influyen de gran manera en comparación a otra prueba. Permitiendo establecer las diferentes condiciones, en los vehículos expuestos a condiciones de aire libre, los usuarios en el vehículo experimentan una temperatura de aire asimétricas y no uniforme, en una comparativa con los usuarios de un edificio bajo las mismas condiciones.

1.14.3. Temperatura de la superficie interior.

El autor (Zhou, Lai y Chen 2019), manifiesta que: “En las condiciones de estacionamiento interior, la temperatura del aire y la radiación fuera del automóvil exhibieron cambios insignificantes, que podían corresponder a cambios en el entorno del laboratorio”. Las exposiciones de superficies interiores al aire cambiaron la temperatura en función a la del aire, los cambios registrados fueron menores que los de la temperatura del aire debido a la masa térmica de las superficies interiores. En la condición de estacionamiento al aire libre, las temperaturas obtenían una tendencia descendente de las temperaturas de la superficie fueron las mismas que las condiciones estacionarias en interiores, pero cabe recalcar que las radiaciones solares influyen en menor porcentaje variando los datos obtenidos.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.

El conocimiento se obtiene a través de diferentes investigaciones realizadas con anterioridad, la cual, permite fundamentar los diferentes procedimientos a realizar y simultáneamente confirmar o refutar una teoría en cualquier campo de estudio. El autor («Metodología de la Investigación Prof . CP Félix C . Pagliaro Romero Unidad Didáctica 1 Introducción al Conocimiento Científico» 2020), menciona que: “No se trata de un conocimiento definitivo, el mismo va evolucionando con el descubrimiento de nuevos conocimientos a través del método científico”.

2.1. Método Inductivo.

En la presente investigación se procedió a aplicar el método mencionado con el fin, de realizar un análisis independiente de un autobús de transporte terrestre interprovincial del Ecuador, facilitando la determinación del comportamiento ambiental, enfocando en el estudio de las emisiones de CO y CO₂, que intervienen directamente en el confort del usuario en el habitáculo de pasajeros, bajo diferentes condiciones del sistema de climatización automotriz, como, la modalidad OFF, modalidad Recirculación y modalidad de Renovación. Considerando una temperatura ideal de operación de 22 °C, generando un confort ambiental para los diferentes usuarios. Permitiendo conocer los niveles de concentraciones de las emisiones, las cuales interfieren en la calidad del aire (IAQ).

2.2. Método Deductivo.

El método se utilizará en el siguiente trabajo de investigación, para realizar la indagación de normas que generalmente se utiliza en la medición de las emisiones de gases CO y CO₂, dichas emisiones son provocadas por las personas cuando están dentro de una cabina ya sea en un edificio o en un automóvil, estas emisiones al acumularse en gran cantidad pueden producir leves daños o en otros casos producir la muerte, así como también investigar normativas que estén acorde al confort térmico dentro de la cabina de un edificio o en automóviles, las siguientes normas se aplicara en el interior del habitáculo de pasajeros de un autobús de transporte terrestre interprovincial del Ecuador, por lo tanto, existirá un ambiente confortable para los usuarios con una temperatura ideal de confort.

2.3. Métodos Científicos.

El autor («Metodología de la Investigación Prof . CP Félix C . Pagliaro Romero Unidad Didáctica 1 Introducción al Conocimiento Científico» 2020), señala que: “El método se define como el camino a seguir orientado por un conjunto de reglas y un orden de operaciones y procedimientos de los que se vale una ciencia, praxis o arte para alzar determinados resultados”

2.3.1. Métodos Empíricos.

2.3.1.1. Método de Medición.

El método de medición proporciona datos de funcionamiento del sistema de climatización automotriz al interior del habitáculo de usuarios, de un autobús de transporte terrestre interprovincial del Ecuador, considerando una temperatura ideal de operación de 22 °C. La toma de mediciones se realizó mediante la norma para emisiones de CO (GOST 33554-2015) y para las emisiones de CO₂ (ASHRAE 62.1-2019). Al mismo tiempo, en el interior del habitáculo de pasajeros del autobús interprovincial, cuando el sistema de climatización automotriz esté apagado y en funcionamiento como en recirculación del aire y renovación del aire, se realizó mediciones de las emisiones que se acumulan en el interior de la cabina, mediante el uso del equipo analizador de gases IAQ TESTO 440 y la sonda de CO y CO₂.

En su experimento, un automóvil estaba estacionado bajo el sol abrasador de 09:00 a 13:00, y la medida de la cabina temperaturas superficiales y el CO₂ se registraron las concentraciones para cada 5 min. El experimento se llevó a cabo bajo dos diferentes modos de circulación de aire que son aire de recirculación y aire fresco (Goh et al. 2016). También informó que después de una hora el experimento comenzó, el valor registrado de CO₂ la concentración había alcanzado 3,200 ppm, y ese valor era demasiado alto del CO₂ aceptado valor de concentración dentro del espacio ocupado recomendado por ASHRAE 62.1 que es 1200 ppm (Goh et al. 2016).

En modo de espera, el automóvil se sella y se calienta a una temperatura interior constante de 40 ° C, y después de 4.5 horas a esta temperatura, se toman muestras de aire durante 30 minutos para determinar la concentración de formaldehído. Luego se encienden el motor y el aire acondicionado del automóvil, y se toman muestras de aire después de 15 minutos para determinar los compuestos restantes (Brodzik y Faber 2018).

2.4. Metodología Cuantitativa.

Para el estudio se utilizaron las diferentes metodologías siendo como referencia, para las diferentes actividades a realizar en la adquisición de datos y posteriormente su tabulación. El autor («Metodología de la Investigación Prof . CP Félix C . Pagliaro Romero Unidad Didáctica 1 Introducción al Conocimiento Científico» 2020), señala que. “Los métodos generales de la investigación científica son la deducción, inducción análisis, síntesis y analogía”.

2.4.1. Instrumentos o Técnicas.

2.4.1.1. Observación.

Mediante este método facilita la verificación de datos de emisiones de gases tanto de CO y CO₂ en el interior del habitáculo de pasajeros del autobús interprovincial, teniendo en cuenta las diferentes modalidades de funcionamiento del sistema de climatización automotriz, cuando se encuentra apagado, simultáneamente en funcionamiento como en recirculación del aire y renovación del aire, se realizó la toma de muestras de las emisiones de gases que se acumulan en el interior de la cabina con las diferentes variables ya mencionadas.

Durante la recolección de datos al interior del autobús de transporte terrestre interprovincial del Ecuador, el motor del autobús se encuentra en funcionamiento, el autobús realiza el recorrido de su ruta por lo tanto el mayor tiempo posible las ventanas y puertas, van a estar totalmente cerradas y en tiempos determinados estará encendido el sistema de climatización automotriz, para mantener una temperatura ideal de confort en el interior del habitáculo para los usuarios.

Para la toma de muestras se llevó a cabo un tiempo estimado de 10 minutos, recolectando datos de las diferentes muestras realizadas al interior habitáculo, en las diferentes ubicaciones (inicio, medio y final) del equipo analizador de gases IAQ TESTO 440 mediante las sondas de CO y CO₂. Para la recolección de datos de las diferentes muestras el equipo se situó a una altura aproximada de 1.1 m, siendo considerada la altura promedio de la ubicación nasal de los usuarios en la posición de sentado emisiones.

Mediante la tabulación de datos obtenidos, permitió llevar a cabo una verificación y comparación de los datos recolectados de las emisiones de gases en diferentes, ubicaciones al interior del habitáculo de pasajeros del autobús de transporte terrestre interprovincial del Ecuador, en el estudio se realizó tres muestras por ubicación situadas en la parte delantera, media y ultima de la

cabina del autobús interprovincial, el sistema de climatización automotriz en operación con sus respectivas modalidades de funcionamiento.

2.5. Diagrama de Actividades.

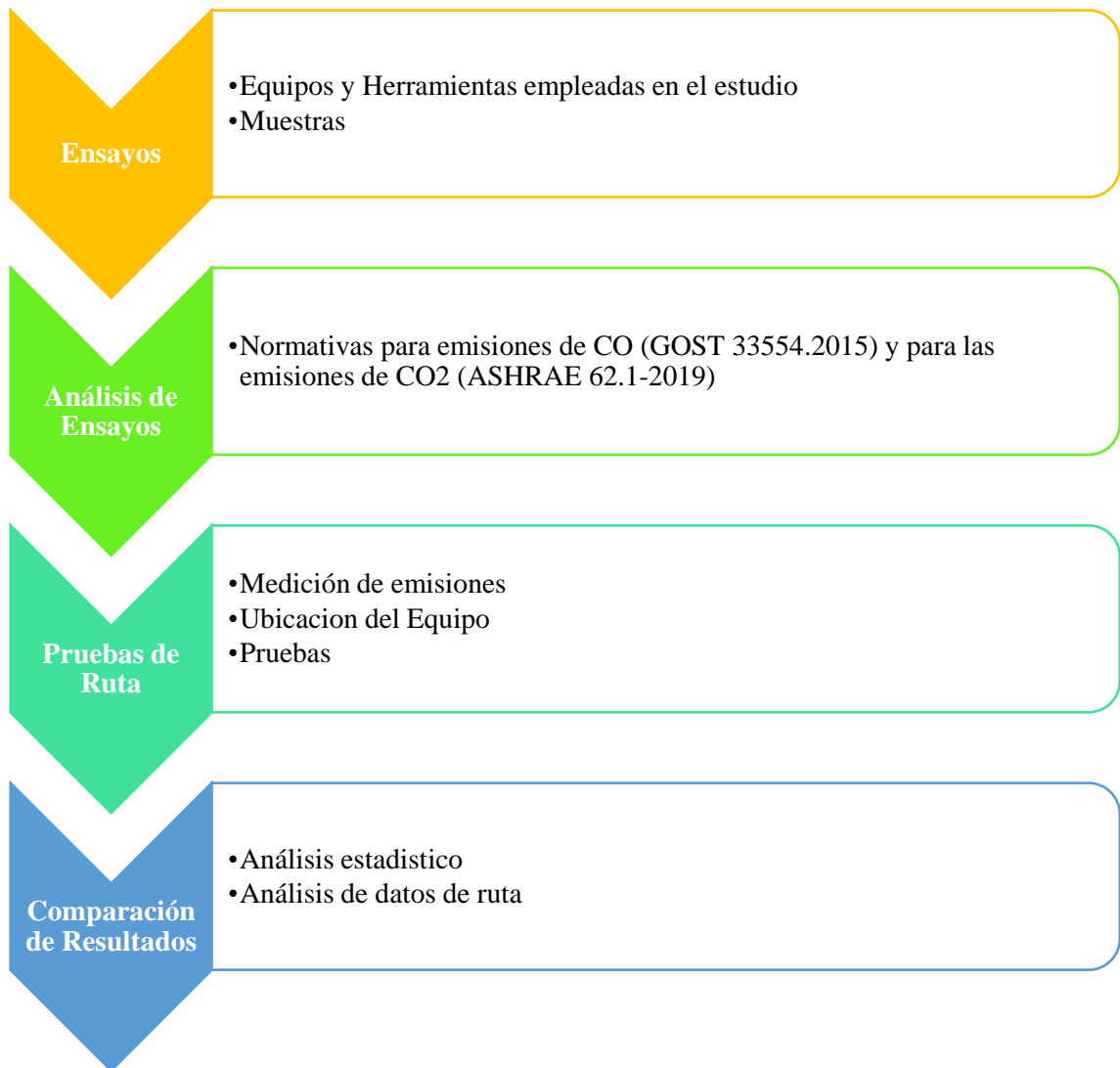


Figura 1-2: Diagrama de Actividades.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)

2.6. Equipos y Herramientas empleadas en el estudio.

En el desarrollo de la investigación, se procedió a hacer uso del equipo analizador de gases IAQ TESTO 440 y la sonda de CO y CO₂. Que permite, adquirir los datos de emisiones producidas

por la exhalación de los diferentes usuarios del habitáculo de pasajeros, de un autobús de transporte terrestre interprovincial del Ecuador. En el presente estudio, se realizó la obtención de muestras en 10 unidades de transporte terrestre interprovincial, cada muestra está regida a las normativas para adquisición de datos de CO y CO2.

2.6.1. Analizador de gases IAQ TESTO 440.

El testo 440 combina las ventajas de un práctico analizador portátil con menús de medición intuitivos y una amplia gama de sondas para climatización. De este modo tendrá bajo control todas las tareas de medición en instalaciones de climatización y ventilación. El medidor para climatización testo 440 puede combinarse con una gran selección de sondas digitales, los testo Smart Probes o diversas sondas de temperatura de Testo. En el dispositivo están integrados menús claramente estructurados para la medición del caudal volumétrico en canales, salidas, factor K, grado de turbulencia, potencia frigorífica/de caldeo, indicación de aparición de moho y medición a largo plazo (testo 2021).

Estos menús garantizan que la respectiva tarea de medición se ejecute de forma más rápida, eficiente y segura. Los protocolos pueden exportarse a través del puerto USB como archivo Excel o imprimirse localmente. El analizador de climatización testo 440 está disponible en dos versiones diferentes. El modelo testo 440 dP tiene adicionalmente un sensor de presión diferencial integrado. Así es posible ejecutar mediciones en los filtros, en el tubo de Pitot y de factor K (testo 2021).



Figura 2-2: Equipo IAQ TESTO 440.

Fuente: (testo 2021).

2.6.2. Sonda de CO₂ incl. sensor de humedad y temperatura – Equipamiento.

Con la sonda se comprueban las condiciones ambientales, por ejemplo, en oficinas, salas de producción o almacenes. Para garantizar resultados precisos de medición se ejecuta una compensación de la densidad del aire mediante la medición de presión absoluta integrada. Con el cable fijo a la empuñadura es posible conectar la sonda de CO₂ con el analizador (solicitar por separado) (testo 2021).

Especialmente práctico: Guarde directamente los distintos valores medidos en el analizador confirmando la tecla en la sonda. El menú de medición claramente estructurado para mediciones a largo plazo permite el manejo intuitivo del analizador (testo 2021). Los historiales de los valores medidos se graban de forma fiable gracias a la cómoda introducción de la hora y el ciclo de medición. Mediante estos historiales es posible evaluar los cambios de la calidad del aire interior.



Figura 3-2: Sonda de CO₂, conectada con cable, incl. sensor de humedad y temperatura.

Fuente: (testo 2021).

2.6.3. Sonda de CO – Equipamiento.

Con el cable fijo de la empuñadura se conecta la sonda de CO al instrumento. Especialmente práctico: guarde directamente los distintos valores medidos en el instrumento pulsando la tecla en la empuñadura. El menú de medición (en el instrumento) claramente estructurado para mediciones a largo plazo permite el manejo intuitivo (testo 2021). Los historiales de los valores medidos se memorizan de forma fiable gracias a la cómoda introducción de la hora y el ciclo de medición. Mediante estos historiales es posible evaluar los cambios de la concentración de CO.



Figura 4-2: Sonda de CO, con cable.

Fuente: (testo 2021).

2.6.4. Especificaciones.

Las especificaciones del equipo son detalladas en la tabla 3-2., la cual se muestra a continuación:

Tabla 1-2: Datos técnicos testo 440.

TESTO 440	
Temperatura (NTC)	
Rango de medición	-400.....+150°C
Exactitud (±1 dígito)	±0,4 °C (-40 ... -25,1 °C) ±0,3 °C (-25 ... +74,9 °C) ±0,4 °C (+75 ... +99,9 °C) ±0,5 % del v.m. (rango restante)
Resolución 0,1 °C	0,1 °C
Temperatura (TC)	
Rango de medición	-200 ... +1370 °C
Exactitud (±1 dígito)	±(0,3 °C + 0,3 % del v.m.)
Resolución	0,1 °C
Temperatura (Pt100)	
Rango de medición	Véanse datos de la sonda
Exactitud (±1 dígito)	
Resolución	
Presión diferencial	
Rango de medición	-
Exactitud (±1 dígito)	
Resolución	
Entradas para sondas	

TP tipo K 1x	1x
NTC TUC / sonda digital con cable	1x
Sonda Bluetooth	1x sonda digital Bluetooth o testo Smart Probes
Presión diferencial	-
Datos técnicos	
Temperatura de servicio	-20 ... +50 °C
Temperatura de almacenamiento	-20 ... +50 °C
Tipo de pila	3 pilas, tipo AA
Duración de la pila	12h (normalmente medición con molinete)
Peso	250 g
medida	154x65x32mm

Fuente: (testo 2021).

2.7. Muestras.

Las muestras se realizaron durante el recorrido de la unidad de prueba de transporte terrestre interprovincial, en las carreteras locales del país. Según (Mathur 2008), manifiesta que: “Durante las pruebas, el vehículo de prueba se condujo a la velocidad de rutina y la concentración de dióxido de carbono en la cabina (ppm) se controló en tiempo real”.

Las muestras se llevaron a cabo conduciendo el autobús en la ruta establecida por la cooperativa de transporte, con las condiciones de funcionamiento establecidas para el sistema de climatización automotriz, las modalidades de OFF, Recirculación y Renovación, para las cuales, se efectuó 3 muestras durante un periodo de 10 minutos en cada muestra, teniendo en cuenta las diferentes

ubicaciones del equipo al interior del habitáculo, como son: inicio, medio y final del habitáculo de pasajeros del autobús.

2.8. Análisis de Ensayos.

2.8.1. Normativa GOST 33554-2015.

La norma actual de la Unión Aduanera, GOST 33554-2015, desarrollada en la Federación de Rusia y obligatoria en los países de la Unión Aduanera, siendo parte integrante del Reglamento Técnico sobre Seguridad de Vehículos de Ruedas, prácticamente duplica el procedimiento de prueba del Reglamento UNECE. y tiene los mismos inconvenientes. Los procedimientos de ensayo aplicados de acuerdo con la Resolución Mutua No 3 (MR3) y la norma de la Unión Aduanera GOST 33554-2015 con respecto a la calidad del aire del habitáculo del vehículo se designarán como estáticos, que podrán realizarse en las condiciones estándar con los parámetros especificados del medio ambiente y el vehículo de prueba, que puede ser realizado y reproducido por varios laboratorios de prueba, y esa es su ventaja (Saikin et al. 2020).

Esta norma especifica los límites, métodos de prueba y medición de los contaminantes del aire en el compartimiento interior (en adelante, cabina del conductor, compartimiento del conductor, compartimiento de pasajeros) del vehículo. Esta norma se aplica a los vehículos de las categorías M, N, L6, L7 con motores de combustión interna, que tengan un compartimiento interior cerrado y una velocidad máxima por diseño de al menos 25 km / h (Certificación 2016).

2.8.2. Normativa ASHRAE standard 62.1-2019.

El estándar 62.1 ha experimentado cambios clave a lo largo de los años, lo que refleja el conjunto de conocimientos, experiencia e investigación en constante expansión relacionados con la ventilación y la calidad del aire. Si bien el propósito de la norma permanece sin cambios especificar tasas mínimas de ventilación y otras medidas destinadas a proporcionar una calidad del aire interior (IAQ) que sea aceptable para los ocupantes humanos y que minimice los efectos adversos para la salud, los medios para lograr este objetivo han evolucionado (Falih 2004, p. 3).

En su primera edición, la norma adoptó un enfoque prescriptivo para la ventilación al especificar las tasas de flujo de aire exterior mínimas y recomendadas para obtener una calidad de aire interior aceptable para una variedad de espacios interiores. Hoy en día, el estándar incluye tres

procedimientos para el diseño de ventilación: el procedimiento IAQ, el procedimiento de frecuencia de ventilación y el procedimiento de ventilación natural.

2.9. Pruebas de Ruta.

2.9.1. Medición de Emisiones.

El estudio consideró diferentes modalidades de ventilación, incluida la recirculación activada y desactivada. Con recirculación apagada, la concentración de CO₂ dentro del vehículo fue generalmente consistente con lo reportado en el aire exterior, oscilando entre 400 y 600 ppm. Cuando la ventilación se configuró en modo de recirculación, el CO₂ Se observó que los niveles aumentaron en todos los vehículos probados para CO₂ niveles. El aumento de CO₂ Los niveles, desde el nivel exterior, aparece generalmente como un revestimiento durante el tiempo de muestreo. Esta relación se ha observado para todos los vehículos incluidos en el estudio (Cha 2019).

El autobús recibe calor de la radiación solar, la cual, es transmitida principalmente a través de las ventanas y parabrisas. Planteando como condición de estudio la activación del sistema de climatización automotriz, mantenido una temperatura ideal al interior del habitáculo de pasajeros. Según (Goh et al. 2016), establece que: “El confort térmico podría definirse como la condición mental que expresa satisfacción con el entorno térmico y se evalúa mediante una evaluación subjetiva. Lograr el confort térmico humano, en condiciones ambientales térmicas debe oscilar entre 19 y 28 ° C”. Consecuentemente se realizó las diferentes muestras de estudio con las diferentes modalidades de sistema de climatización, permitiendo obtener datos que faciliten la identificación, de la incidencia en la calidad del aire por las emisiones de CO y CO₂.

En las diferentes muestras obtenidas con distintas las ubicaciones del equipo, con anterioridad se estableció como condición de estudio, la toma de datos en diferentes horarios como, en la mañana y otro en la noche, de esta forma permitió obtener datos en los horarios, de mayor concurrencia en las unidades de transporte terrestre interprovincial, consecuentemente se analizó los diferentes valores obtenidos, observando los niveles de emisiones producidos por los usuarios, la cual, es un factor que interviene directamente proporcional en la calidad del aire.

2.9.2. Ubicación de Equipo.

Se utilizó un analizador de gases IAQ TESTO 440 digital, para medir los niveles de emisiones de CO y CO₂. Se usó un trípode como soporte para sostener el instrumento contador de partículas

en su lugar durante la recolección de datos. El instrumento contador de partículas se colocó a una altura de 1,1 m del piso, que se consideró como el nivel respiratorio del pasajero. Los niveles de concentración de partículas PM1, PM2.5 y PM10 se midieron continuamente mientras el autobús viajaba a lo largo de la ruta seleccionada. El autobús se mueve a una velocidad mayoritariamente inferior a 50 km / h durante todo el viaje (Ahmad Shafie, Mohamed Kamar y Kamsah 2015b).

En la figura 5-2. se muestra la ubicación de cada parte del equipo utilizado para la toma de mediciones, las cuales son: 1. Toma de aire; 2. Sonda de temperatura y humedad relativa; 3. Interruptor de alimentación; 4. Panel de control; 5. Trípode.

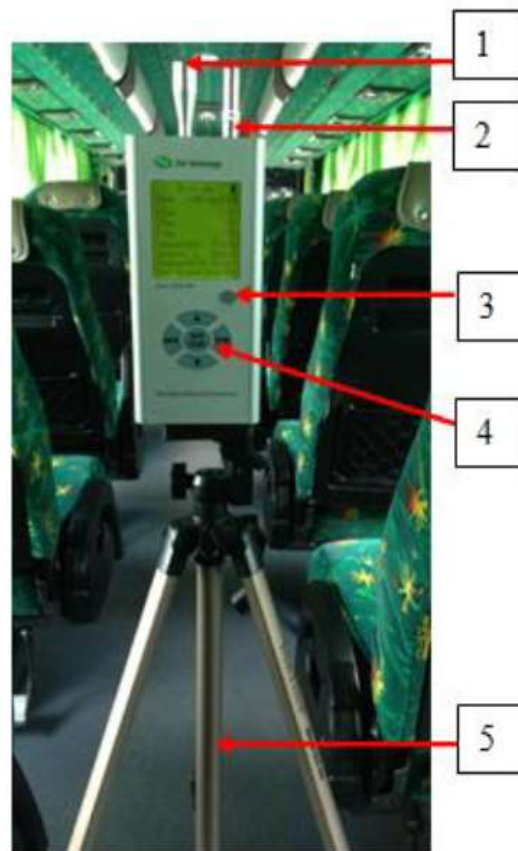
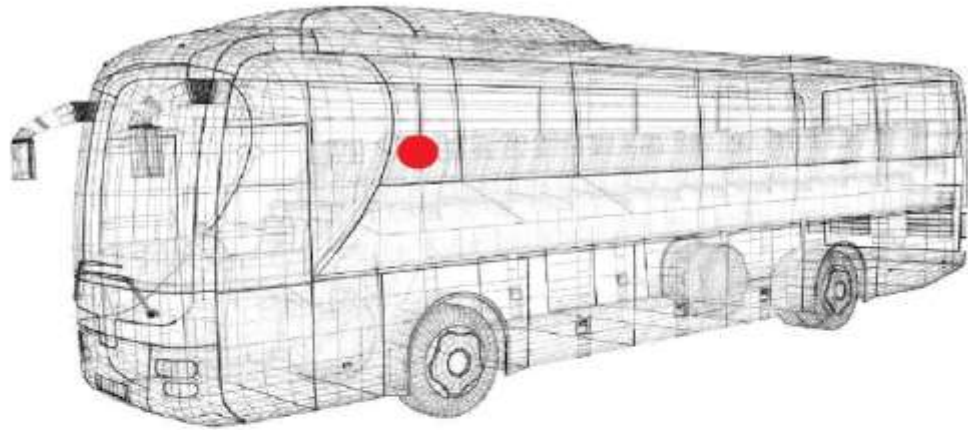


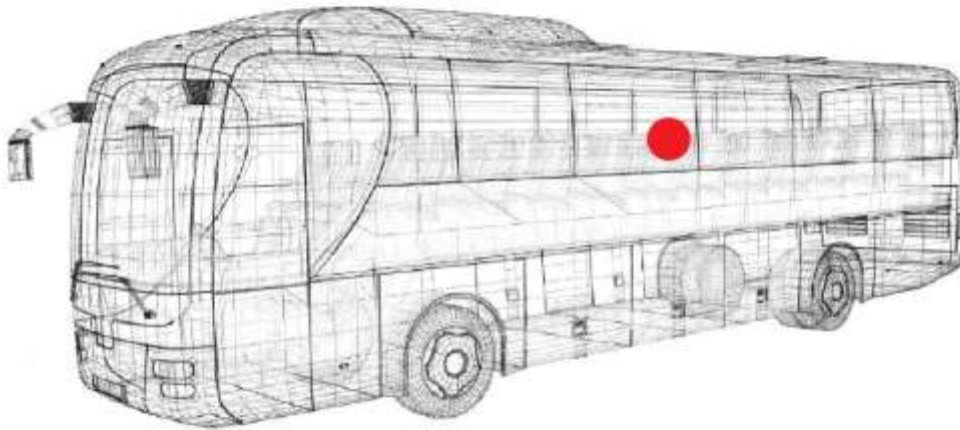
Figura 5-2: Equipo HPC300.

Fuente: (Ahmad Shafie, Mohamed Kamar y Kamsah 2015b).

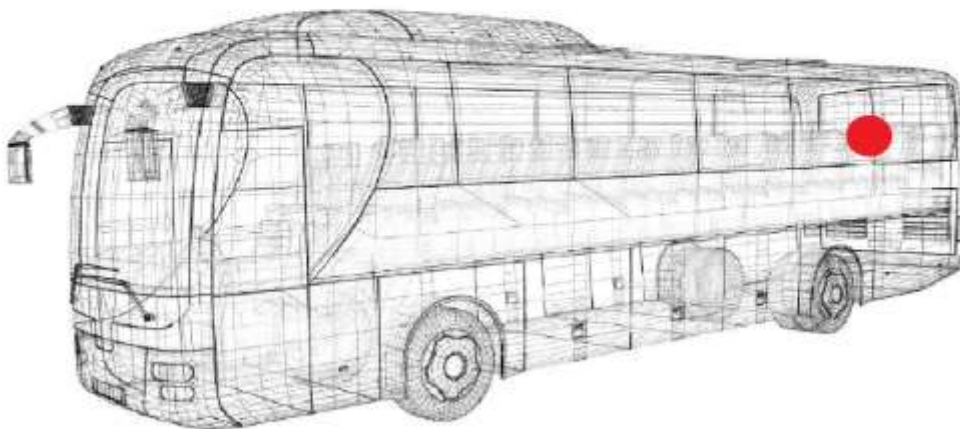
El grafico de la figura 6-2, muestra las diferentes ubicaciones en las que se localizó el equipo para la toma de muestras al interior del habitáculo de pasajeros, considerando la altura promedio de los usuarios, establecida con un valor de 1,1 metros referenciado desde el piso del habitáculo.



a) Ubicación del equipo al ingreso del habitaculo (Inicio)



b) Ubicación del equipo intermedia del habitaculo (Mitad)



c) Ubicación del equipo parte posterior del habitaculo (Final)

Figura 6-2: Esquema de ubicación del Equipo.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)

2.9.3. Pruebas.

Los vehículos evaluados para este estudio tenían volúmenes internos de cabina para los vehículos de los segmentos D, B y C de 102, 91 y <80 pies cúbicos, respectivamente. Este volumen de cabina se traduce en 2,9, 2,6 y 2,2 m³, respectivamente en unidades SI. Sin embargo, cada vehículo de segmento tiene un rango de volumen interno ya que cada OEM tiene un volumen interno de cabina ligeramente diferente. Las pruebas se llevaron a cabo conduciendo el auto de prueba en interestatales (I-94, I-75). Durante las pruebas, el vehículo de prueba se condujo a las velocidades indicadas y la concentración de dióxido de carbono en la cabina (ppm) se controló en tiempo real (Mathur 2018).

El porcentaje de incertidumbre de medición en la velocidad del vehículo y la temperatura ambiente son ± 2 km / h y ± 1 ° C, respectivamente. La incertidumbre de medición en el dióxido de carbono es $\pm 10\%$. La computadora portátil para el sistema de adquisición de datos emite los datos medidos en tiempo real. Estas pruebas se realizaron en la temporada de verano con el sistema de CA funcionando en modo de recirculación (Mathur 2018).

Las pruebas se realizaron utilizando 4 factores de recirculación parcial diferentes. Según los cálculos, el factor de recirculación parcial (PRF) para mantener una buena calidad del aire según la norma ASHRAE es del 19,2%. Se tomaron dos factores de recirculación parcial adicionales como 9,6% (50% de ASHRAE), 5% y 0% (es decir, en recirculación) respectivamente (Mathur 2020).

Las pruebas se realizan midiendo los siguientes contaminantes: compuestos carbonílicos, compuestos orgánicos volátiles, incluidos formaldehído y acroleína, mientras que los contaminantes más peligrosos del habitáculo son las partículas, el dióxido de nitrógeno, el óxido de nitrógeno, el ozono, el óxido de carbono; el peligro total de los mencionados en último lugar supera el 90% de la toxicidad total del aire en los compartimentos y cabinas de pasajeros de los vehículos controlados por el conductor (Saikin et al. 2020).

2.9.4. Ruta de Recorrido.

En cada autobús que se realizaron la toma de datos de las diferentes pruebas, recorriendo la ruta establecida, por la cooperativa de transporte terrestre interprovincial, de esta manera al final se procedió a analizar los datos obtenidos, en función de las condiciones de estudio planteados para

la toma de datos de cada prueba realizada. Considerando los puntos de partida y llegada de las unidades de transporte, que fueron realizados en diferentes horarios, en el horario de la mañana, la toma de datos se inició con el recorrido del terminal terrestre de Riobamba, siendo el terminal terrestre de Tena el lugar de llegada. Para el horario de recorrido de la tarde se inició el recorrido partiendo del terminal terrestre de Tena siendo, el terminal terrestre de Riobamba el lugar de llegada.

Cada prueba estaba compuesta de 3 muestras individuales de 10 minutos cada una, obteniendo una base de datos por intervalos de 1 segundos, con las condiciones de funcionamiento establecidas para el sistema de climatización automotriz, las modalidades de OFF, Recirculación y Renovación, para el horario de la mañana, para el horario de la tarde se consideró las condiciones de funcionamiento del sistema de climatización en el siguiente orden, Renovación, Recirculación, finalmente OFF. Se considero el orden mencionado debido a que en la ubicación para iniciar la adquisición de datos las condiciones climáticas no favorecen debido a encontrarse a una mejor altura sobre el nivel del mar, dificultando la adquisición de datos iniciando por la modalidad de OFF y Recirculación, debido a que se ocasiona un mal estar e inconformidad en los diferentes usuarios. El equipo se lo ubico teniendo en cuenta las diferentes ubicaciones al interior del habitáculo, como son: inicio, medio y final del habitáculo de pasajeros del autobús.



Figura 7-2: Instalación del Equipo.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)



Figura 8-2: Ubicación del Equipo.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)



Figura 9-2: Adquisición de datos, ubicación (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)



Figura 10-2: Adquisición de datos, ubicación (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)

2.9.5. Puntos importantes de la ruta durante las pruebas.

Como se menciona en el apartado 2.9.4, al haber realizado un estudio de carretera, puede generarse variables que alteren los puntos importantes donde inicia o termina cada muestra, pudiendo alterar los datos obtenidos, en una de las muestras realizadas al interior del habitáculo de pasajeros del autobús. En la tabla 4-2, se muestra los puntos de ubicación del equipo y tiempos referenciales, donde cada muestra inicia y finaliza, culminando el tiempo establecido para cada muestra que es de 10 minutos cada una. Cabe mencionar que, las pruebas realizadas para la obtención de datos se realizaron en 10 unidades de transporte terrestre interprovincial, aplicando las mismas condiciones de estudio planteadas.

Tabla 2-2: Ubicación del equipo y tiempos de referencia de la ruta.

Autobús en el horario de la mañana				
N° de Prueba	N° de Intervalo	Ubicación del equipo	Condición del Sistema Climatización	Tiempo de inicio (am)
Prueba N° 1	1 er intervalo	Delantero	OFF	6:45 a 6:55
	2 do intervalo	Delantero	OFF	6:55 a 7:05
	3 er intervalo	Delantero	OFF	7:05 a 7:15

	1 er intervalo	Intermedio	OFF	7:16 a 7:26
	2 do intervalo	Intermedio	OFF	7:26 a 7:36
	3 er intervalo	Intermedio	OFF	7:36 a 7:46
	1 er intervalo	Final	OFF	7:47 a 7:57
	2 do intervalo	Final	OFF	7:57 a 8:07
	3 er intervalo	Final	OFF	8:07 a 8:17
	1 er intervalo	Delantero	Recirculación	8:18 a 8:28
	2 do intervalo	Delantero	Recirculación	8:28 a 8:38
	3 er intervalo	Delantero	Recirculación	8:38 a 8:48
	1 er intervalo	Intermedio	Recirculación	8:49 a 9:59
	2 do intervalo	Intermedio	Recirculación	9:59 a 9:09
	3 er intervalo	Intermedio	Recirculación	9:09 a 9:19
	1 er intervalo	Final	Recirculación	9:20 a 9:30
	2 do intervalo	Final	Recirculación	9:30 a 9:40
	3 er intervalo	Final	Recirculación	9:40 a 09:50
	1 er intervalo	Delantero	Renovación	09:51 a 10:01
	2 do intervalo	Delantero	Renovación	10:11 a 10:21
	3 er intervalo	Delantero	Renovación	10:21 a 10:31
	1 er intervalo	Intermedio	Renovación	10:32 a 10:42
	2 do intervalo	Intermedio	Renovación	10:42 a 10:52
	3 er intervalo	Intermedio	Renovación	10:52 a 11:02
	1 er intervalo	Final	Renovación	11:03 a 11:13
	2 do intervalo	Final	Renovación	11:13 a 11:23
	3 er intervalo	Final	Renovación	11:23 a 11:33
Autobús en el horario de la Tarde				

N° de Prueba	N° de Intervalo	Ubicación del equipo	Condición del Sistema Climatización	Tiempo de inicio (pm)
Prueba N° 2	1 er intervalo	Delantero	Renovación	13:15 a 13:25
	2 do intervalo	Delantero	Renovación	13:25 a 13:35
	3 er intervalo	Delantero	Renovación	13:35 a 13:45
	1 er intervalo	Intermedio	Renovación	13:46 a 13:56
	2 do intervalo	Intermedio	Renovación	13:56 a 14:04
	3 er intervalo	Intermedio	Renovación	14:04 a 14: 14
	1 er intervalo	Final	Renovación	14:14 a 14:24
	2 do intervalo	Final	Renovación	14:24 a 14:34
	3 er intervalo	Final	Renovación	14:34 a 14:44
	1 er intervalo	Delantero	Recirculación	14:45 a 14:55
	2 do intervalo	Delantero	Recirculación	14:55 a 15:05
	3 er intervalo	Delantero	Recirculación	15:05 a 15:15
	1 er intervalo	Intermedio	Recirculación	15:16 a 15: 26
	2 do intervalo	Intermedio	Recirculación	15:26 a 15:36
	3 er intervalo	Intermedio	Recirculación	15:36 a 15:46
	1 er intervalo	Final	Recirculación	15:46 a 15:57
	2 do intervalo	Final	Recirculación	15:57 a 16:07

	3 er intervalo	Final	Recirculación	16:07 a 16:17
	1 er intervalo	Delantero	OFF	16:18 a 16:28
	2 do intervalo	Delantero	OFF	16:28 a 16:38
	3 er intervalo	Delantero	OFF	16:48 a 16:58
	1 er intervalo	Intermedio	OFF	16:59 a 17:09
	2 do intervalo	Intermedio	OFF	17:09 a 17:19
	3 er intervalo	Intermedio	OFF	17:19 a 17:29
	1 er intervalo	Final	OFF	17:30 a 17:40
	2 do intervalo	Final	OFF	17:40 a 17:50
	3 er intervalo	Final	OFF	17:50 a 18:00

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)

2.9.6. Altimetría de la ruta.

Elevación máxima de 2754 msnm.

Elevación mínima de 510 msnm.

Distancia: 212 km (Riobamba - Penipe- Baños – Puyo – Tena).

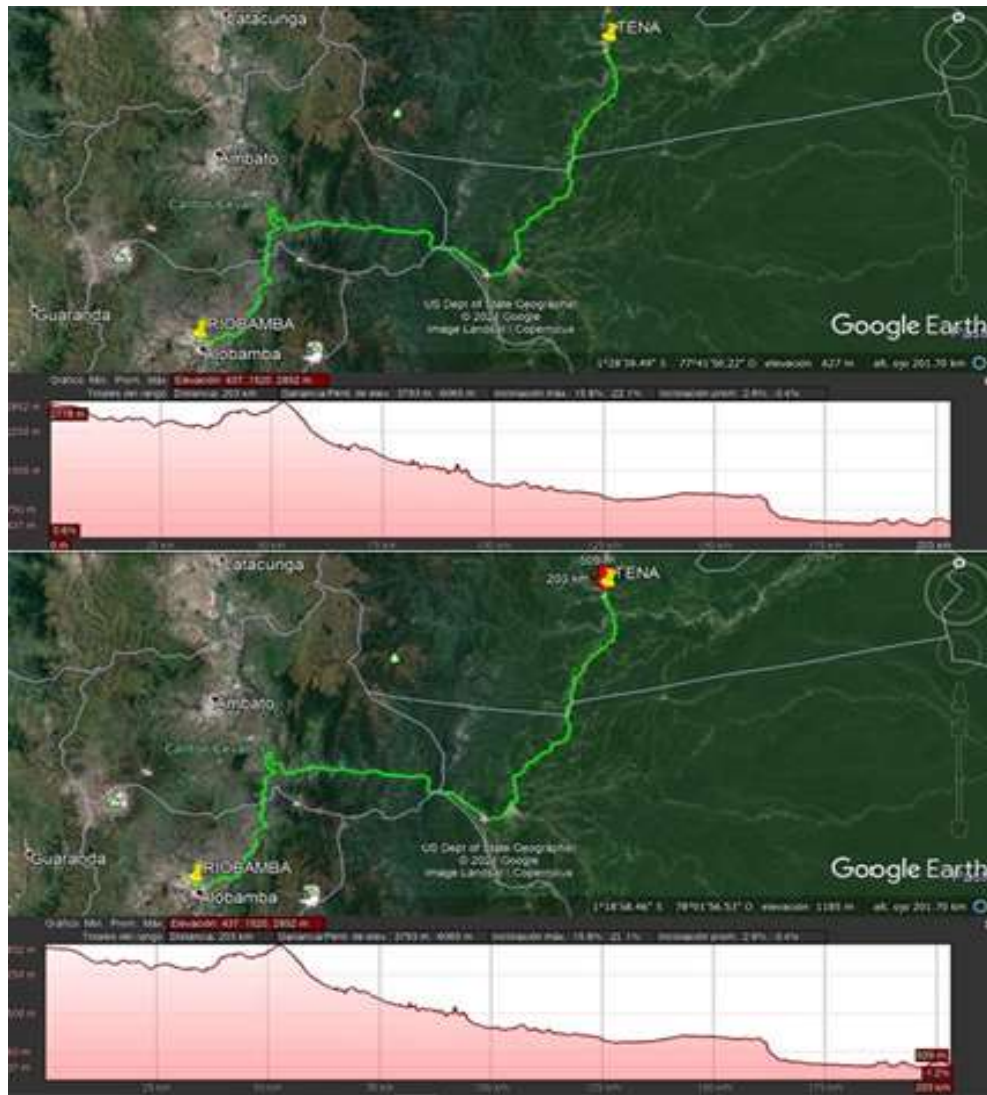


Figura 11-2: Altimetría de la ruta.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)

2.9.7. Análisis e interpretación de datos.

Teniendo como punto de partida los datos obtenidos por el equipo, analizador de gases TESTO 440, facilitando la medición de concentraciones de monóxido de carbono y dióxido de carbono, es necesario realizar un estudio estadístico de manera que se puede determinar si cada medición, con las mismas condiciones de trabajo y periodos, su funcionamiento es mismo o similar.

Se procede a analizar la variación de los resultados analíticos provocados por incontrolables variaciones durante la adquisición de datos, falta de homogeneidad o diferencias entre muestras. Para la cual, se aplicó pruebas de significación, permitiendo detectar los errores sistemáticos que facilitan la toma, de decisión objetiva si la diferencia entre dos medias es significativa o si ella puede ser considerada como producto de variaciones aleatoria.

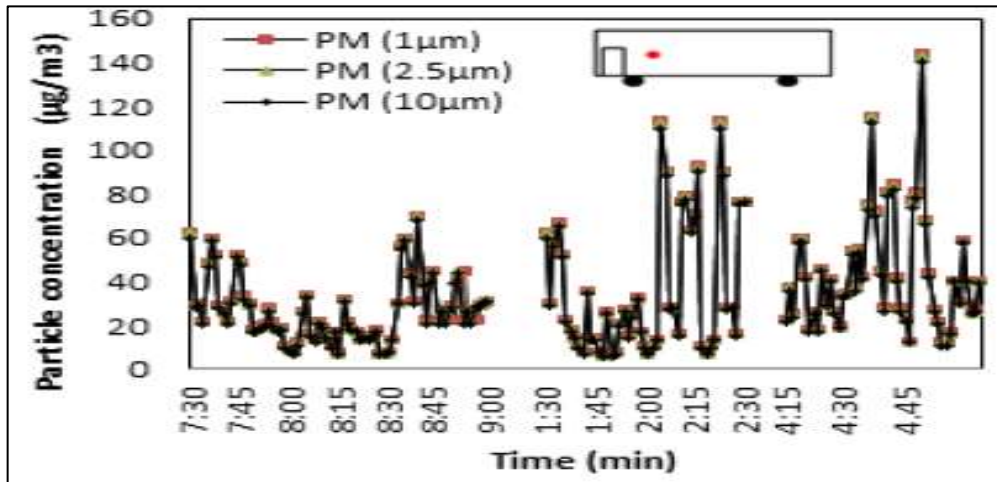


Figura 12-2: Concentración de partículas, sección delantera del habitáculo.

Fuente: (Ahmad Shafie, Mohamed Kamar y Kamsah 2015b).

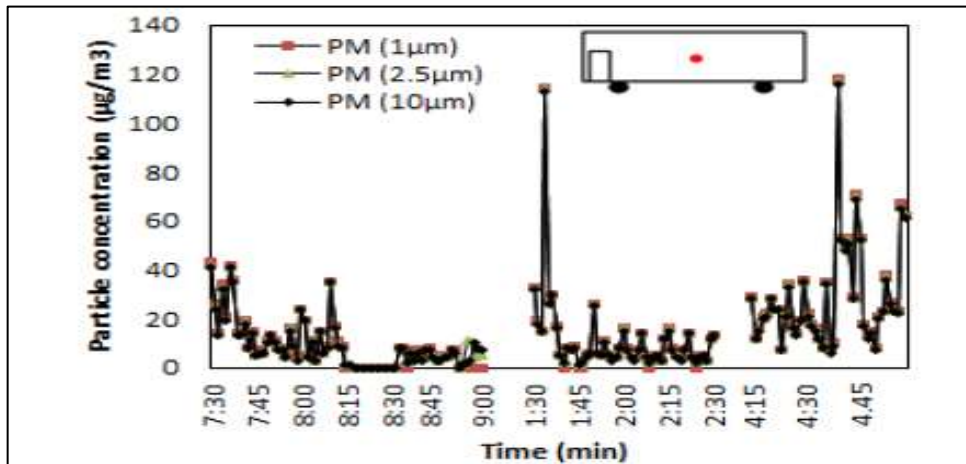


Figura 13-2: Concentración de partículas, sección intermedia del habitáculo.

Fuente: (Ahmad Shafie, Mohamed Kamar y Kamsah 2015b).

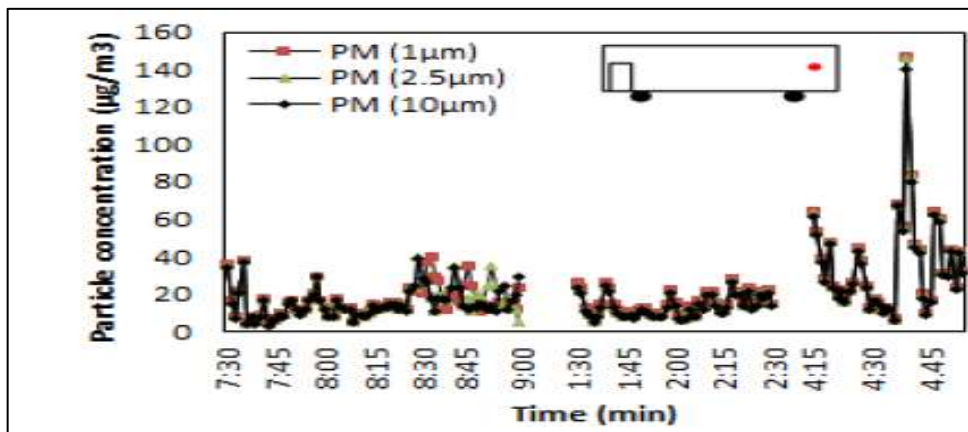


Figura 14-2: Concentración de partículas, sección posterior del habitáculo.

Fuente: (Ahmad Shafie, Mohamed Kamar y Kamsah 2015b).

2.9.8. Análisis ANOVA.

El ANOVA es un conjunto de técnicas estadísticas de gran utilidad y ductilidad. Es útil cuando hay más de dos grupos que necesitan ser comparados, cuando hay mediciones repetidas en más de dos ocasiones, cuando los sujetos pueden variar en una o más características que afectan el resultado y se necesita ajustar su efecto o cuando se desea analizar simultáneamente el efecto de dos o más tratamientos diferentes (Dagnino S. 2014).

El ANOVA permite analizar la variación en una variable de respuesta (variable continua aleatoria) medida en circunstancias definidas por factores discretos (variables de clasificación). Se usa un ANOVA en cuatro situaciones (Dagnino S. 2014):

1. Cuando hay más de dos grupos que necesitan ser comparados. El ANOVA también puede ser usado para comparar solamente dos grupos; de hecho, el test t de Student es un caso especial de ANOVA de una vía.
2. Cuando hay mediciones repetidas en más de dos ocasiones o cuando hay dos o más grupos en quienes se hacen mediciones repetidas en dos ocasiones.
3. Cuando los sujetos pueden variar en una o más características que afectan el resultado y se necesita ajustar su efecto.
4. Cuando se desea analizar simultáneamente el efecto de dos tratamientos diferentes, cuando el efecto de cada uno por separado y su posible interacción es importante.

2.9.8.1. ANOVA DE UNA VÍA en el ANOVA.

El término factor se refiere a la variable que determina los grupos del estudio, o sea, la variable independiente o predictora. El número de grupos definido por un factor se conoce como el número de niveles del factor. En medicina, estos corresponden habitualmente a los tratamientos que se comparan. Cuando hay un solo factor de clasificación de los datos, se habla de un ANOVA de un factor, de una vía o de un sentido (Dagnino S. 2014).

2.9.8.2. Otros diseños de ANOVA.

Muchas veces se desea estudiar el efecto simultáneo de dos o más variables o factores. El procedimiento es una extensión del ya visto y se denomina, cuando son dos los factores, ANOVA de 2 vías. La varianza total en este caso también se divide en varianza ENTRE los grupos y la varianza DENTRO o residual. Sin embargo, la varianza DENTRO se parte en dos para dar cuenta del efecto separado o combinado de los dos factores independientes (Dagnino S. 2014).

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

El análisis estadístico de la concentración de partículas de CO y CO₂ producidos por las personas al interior del habitáculo de pasajeros, se realizó con las tres modalidades del sistema de climatización automotriz planteadas para el estudio. Empleando sus diferentes funciones como OFF, Recirculación de aire y Renovación de aire, las siguientes variables están detalladas en la tabla 5-3, cabe mencionar que las mediciones fueron tomadas en 3 ubicaciones del habitáculo del autobús (delantera, media y final), cada toma de datos se la realizo con una duración de 10 min con 3 pruebas en cada ubicación, dando un total de 30 min por cada ubicación la cual se obtuvo valores promedio, por lo tanto, para las 3 variables dura un tiempo estimado de 1 hora y 30 minutos.

En total de las mediciones se llevaron a cabo en 4 horas y 30 minutos. En el presente estudio se obtuvo valores de la concentración de partículas de CO y CO₂ en ppm, con ayuda de la sonda de CO₂, facilita la adquisición de datos fundamentales para determinar la calidad de aire, como son, presión, humedad relativa y temperatura, que facilita la evaluación de los niveles de concentración de CO y CO₂, determinando la incidencia en la calidad del aire al interior del habitáculo del autobús de transporte terrestre interprovincial del Ecuador.

Tabla 1-3: Mediciones de concentraciones de CO y CO₂.

Modo ventilación	Ubicación	Tiempo medición	N° muestras	Tiempo total ubicación	Tiempo total medición
Off	Delantera Media Ultima	10 min c/u	3 c/u	30 min c/u	1 hora 30 min
Recirculación	Delantera Media Ultima	10 min c/u	3 c/u	30 min c/u	1 hora 30 min
Renovación	Delantera Media Ultima	10 min c/u	3 c/u	30 min c/u	1 hora 30 min
Total					4 horas 30 min

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)

3.1. Interpretación de datos.

Mediante las variables que se presentaron anteriormente se realizó la respectiva toma de muestras y valores correspondientes, las siguientes mediciones serán representadas mediante tres diferentes tipos de gráficas, ya que la mayoría de artículos relacionados con el tema hacen el uso de estas gráficas para poder tener una observación clara y precisa de los resultados que obtuvieron en la realización de cada estudio pertinente, los diferentes tipos de graficas que utilizaron en diferentes investigaciones para el análisis del estudio son las gráficas de barras, dispersión de datos y el análisis Anova que ayuda con diagramas de bigotes y de cajas.

3.1.1. Gráficas de dispersión

Para el estudio se desarrolló con un tiempo de 10 minutos en intervalos de 1 segundo para cada modo de funcionamiento del aire acondicionado automotriz que posee el Autobús de transporte terrestre interprovincial del Ecuador, obteniendo una gráfica de la concentración de las emisiones de gases de CO, simultáneamente una gráfica de CO2 segundo a segundo. Cabe mencionar que se plantea utilizar este tipo de gráficas, dado que facilita la identificación de los diferentes comportamientos de picos elevados y bajos que existen, en cada modo de funcionamiento del sistema de climatización automotriz al interior del habitáculo de pasajeros del autobús interprovincial.

Con la obtención de los valores y datos recolectados, a continuación se representará de manera gráfica dando a conocer de manera de dispersión de datos, las gráficas representaran toda la medición de solo modo de funcionamiento del aire acondicionado automotriz, durante el lapso de tiempo de 1 hora y 30 min (90min) la cual se obtuvo valores promedio, en las gráficas se realizó los señalamientos correspondientes de los 3 tipos de ubicaciones en el interior del habitáculo del autobús (delantera, media y final) donde se recolecto cada muestra. Para una mejor apreciación de las gráficas se realizó, una tabla de nomenclatura, la que se muestra a continuación tabla 6-3, facilitando la interpretación de datos en las diferentes gráficas, con las condiciones de estudio planteados.

Tabla 2-3: Nomenclatura.

Modo ventilación	Nomenclatura	Interpretación
OFF	OFF: D	<ul style="list-style-type: none">• Apagado: parte Delantera del autobús• Apagado: parte Media del autobús

	OFF: M OFF: F	<ul style="list-style-type: none"> • Apagado: parte Final del autobús
Recirculación	REC: D REC: M REC: F	<ul style="list-style-type: none"> • Recirculación: parte Delantera del autobús • Recirculación: parte Media del autobús • Recirculación: parte Final del autobús
Renovación	REN: D REN: M REN: F	<ul style="list-style-type: none"> • Renovación: parte Delantera del autobús • Renovación: parte Media del autobús • Renovación: parte Final del autobús

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)

3.1.2. Representación gráfica de CO.

En la siguiente figura se presenta las gráficas de dispersión de datos correspondiente a las concentraciones de las emisiones de gases de CO correspondiente a las 10 unidades de autobuses de transporte terrestre interprovincial del Ecuador. En cada grafica se presenta las mediciones realizadas en los 3 tipos de ubicaciones (delantera, media y final), en el interior del habitáculo del autobús de trasporte terrestre interprovincial del Ecuador. Los datos son tabulados generando valores promedios, facilitando la representación gráfica.

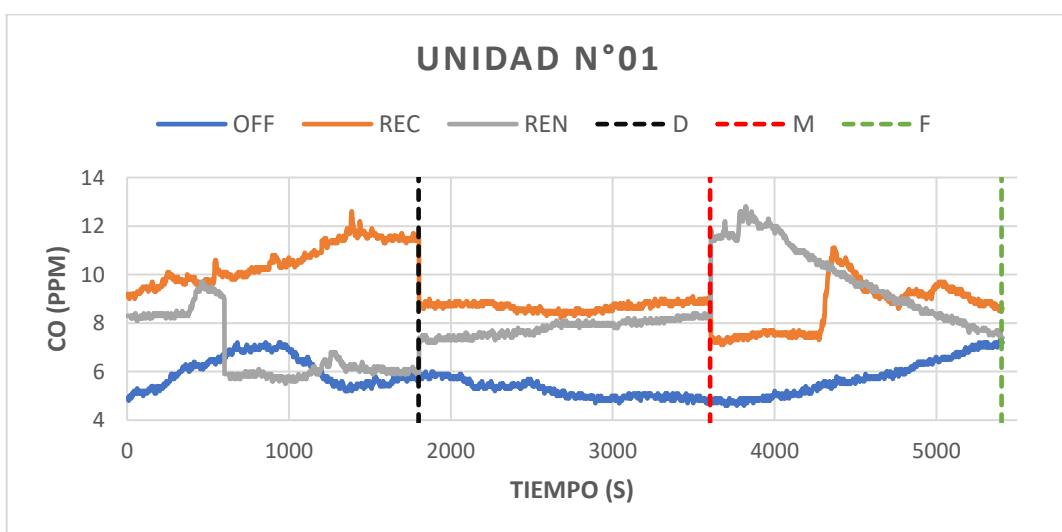


Gráfico 1-3: Concentración de partículas de Co en unidad 01.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)

En el gráfico 1-3. Se realizó la toma de datos en el interior del habitáculo del autobús N°01, mostrando como resultados en la función del sistema de climatización automotriz en OFF, la gráfica va ir ascendiendo y descendiendo en la parte delantera del habitáculo se obtiene datos de 5 ppm hasta los 6 ppm con un pico alto de 7,5 ppm, en la parte media del habitáculo va descendiendo constantemente de los 6ppm hasta los 5 ppm y en la parte final del habitáculo asciende desde los 5 ppm hasta los 7,5 ppm.

En la función de recirculación de aire se observa que en la parte delantera del habitáculo la gráfica asciende desde los 10ppm hasta los 11,5 ppm, mientras tanto en la parte del medio del habitáculo la gráfica permanece constante entre valores de 8,5 a 9 ppm, en la parte final de habitáculo comienza desde 7,5 ppm asciende hasta un pico de 11 ppm. Y en la función de renovación de aire en la parte delantera del habitáculo se observa un pico alto de 9,7 ppm y disminuye hasta los 6 ppm, en la parte media del habitáculo asciende de los 7,7 hasta los 8,2 ppm y en la parte final de habitáculo su pico alto es de 13 ppm y desciende hasta los 7,7 ppm.

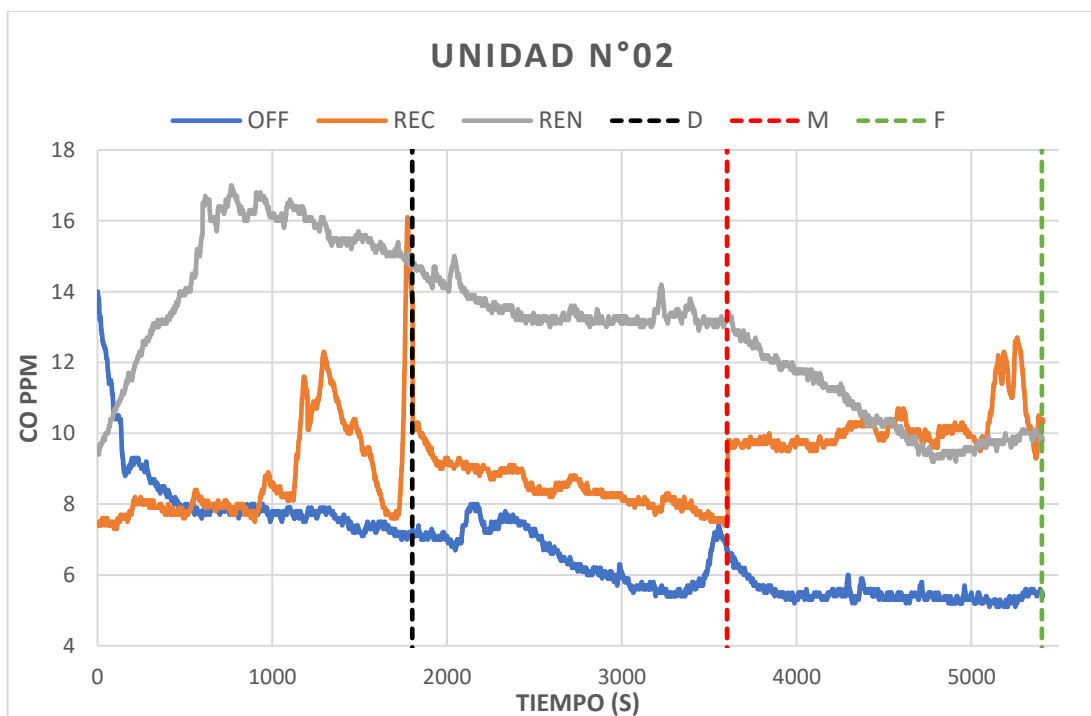


Gráfico 2-3: Concentración de partículas de Co en unidad 02.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)

En el gráfico 2-3. Se realizó la toma de datos en el interior del habitáculo del autobús N°02, mostrando como resultados en la función del sistema de climatización automotriz en OFF, en la parte delantera del habitáculo se obtiene un valor alto de 14 ppm y va a descender continuamente hasta los 7 ppm, en la parte media del habitáculo va ascender y descender constantemente en un

rango de 8 a 5,5 ppm hasta llegar a los 7ppm y en la parte final del habitáculo se mantiene constante entre 5 a 6 ppm.

En la función de recirculación de aire se observa que en la parte delantera del habitáculo la gráfica asciende de los 7,5 ppm hasta obtener un pico alto de 16 ppm, mientras tanto en la parte del medio del habitáculo la gráfica desciende entre valores de 10,3 ppm a 7,5 ppm, en la parte final de habitáculo comienza desde 9,5 ppm asciende hasta un pico alto de 13 ppm. Y en la función de renovación de aire la gráfica va ascender y descender en la parte delantera del habitáculo se obtiene datos de 9,8 ppm hasta los 15 ppm con uno picos altos de 17 ppm, en la parte media del habitáculo va descendiendo constantemente de los 15 ppm hasta los 13 ppm y en la parte final del habitáculo desciende desde los 13 ppm y asciende hasta los 10 ppm.

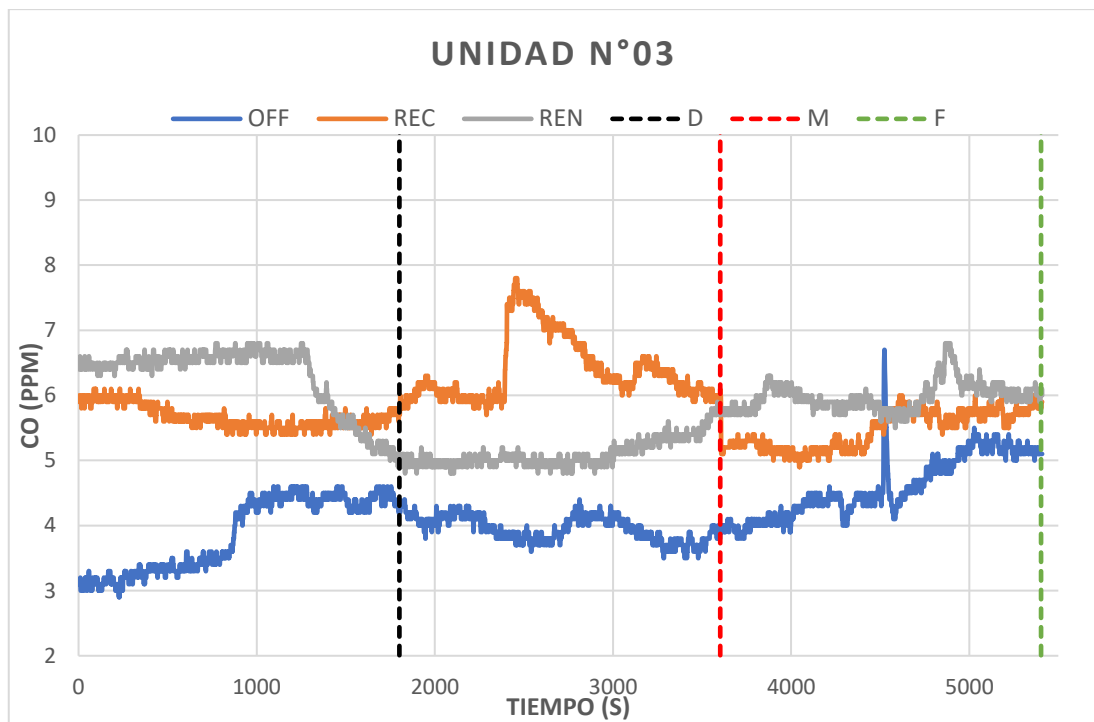


Gráfico 3-3: Concentración de partículas de Co en unidad 03.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)

En el gráfico 3-3. Se realizó la toma de datos en el interior del habitáculo del autobús N°03, mostrando como resultados en la función del sistema de climatización automotriz en OFF, en la parte delantera del habitáculo se obtiene un valor de 3 ppm ascendiendo continuamente hasta los 4,5 ppm, en la parte media del habitáculo va ascender y descender constantemente en un rango de 4 y 4,5 ppm hasta llegar a los 3,8 ppm y en la parte final del habitáculo asciende constantemente desde los 3.8 ppm hasta los 5,2 ppm obteniendo un pico alto de 6,7 ppm.

En la función de recirculación de aire se observa que en la parte delantera del habitáculo la gráfica comienza en los 5,8 ppm ascendiendo y descendiendo, mientras tanto en la parte del medio del habitáculo la gráfica asciende entre valores de 5.9 ppm a 6 ppm obteniendo un pico alto de 7,7 ppm, en la parte final de habitáculo comienza desde 5,2 ppm asciende hasta los 5,9 ppm. Y en la función de renovación en la parte delantera del habitáculo va desde los 6,5 ppm ascendiendo constantemente y desciende hasta los 5 ppm, en la parte media del habitáculo va ascendiendo constantemente de los 5 ppm hasta los 5,8 ppm y en la parte final del habitáculo asciende y desciende constantemente desde los 5,8 ppm hasta los 6 ppm obteniendo un pico alto de 6,8 ppm.

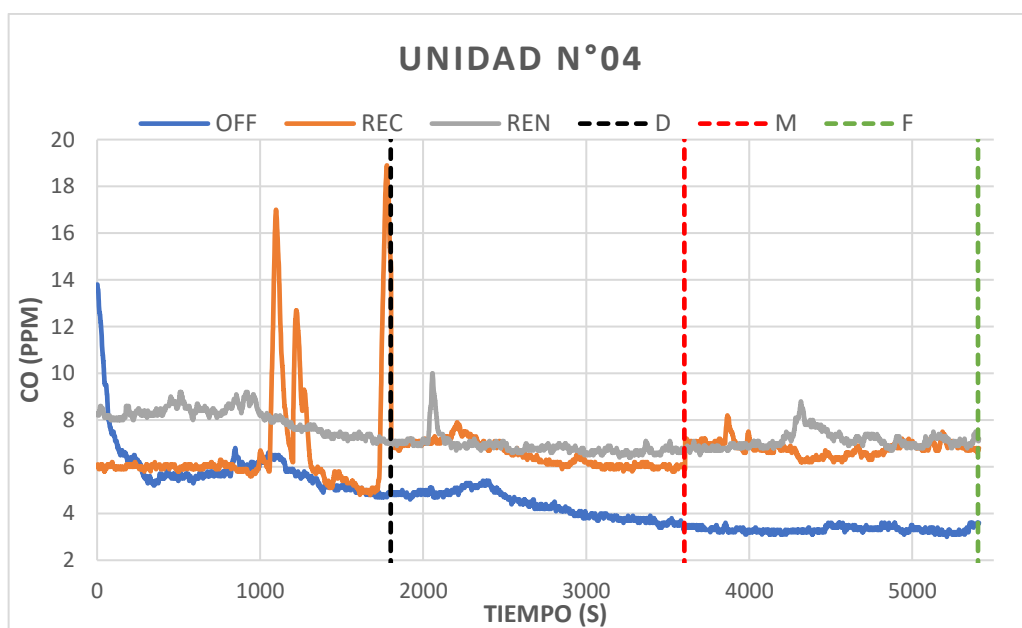


Gráfico 4-3: Concentración de partículas de Co en unidad 04.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)

En el gráfico 4-3. Se realizó la toma de datos en el interior del habitáculo del autobús N°04, mostrando como resultados en la función del sistema de climatización automotriz en OFF, en la parte delantera del habitáculo se obtiene un valor alto de 14 ppm y va a descender continuamente hasta los 5 ppm, en la parte media del habitáculo va ascender y descender constantemente desde los 5 ppm hasta llegar a los 3,8 ppm y en la parte final del habitáculo se mantiene constante entre 3,8 a 3,4 ppm.

En la función de recirculación de aire se observa que en la parte delantera del habitáculo la gráfica comienza constantemente en los 6 ppm y asciende hasta obtener un pico alto de 19 ppm, mientras tanto en la parte del medio del habitáculo la gráfica asciende y desciende desde los 7 ppm hasta los 6ppm, en la parte final de habitáculo comienza desde 7 ppm asciende y desciende

continuamente hasta llegar a los 6,8 ppm. Y en la función de renovación de aire la gráfica va ascender y descender en la parte delantera del habitáculo se obtiene datos de 8,2 ppm hasta los 7 ppm, en la parte media del habitáculo va constantemente de los 7 ppm generando un pico alto de 10 ppm y en la parte final del habitáculo asciende y descende de los 7 ppm hasta los 7,3 ppm con un pico alto de 9 ppm.

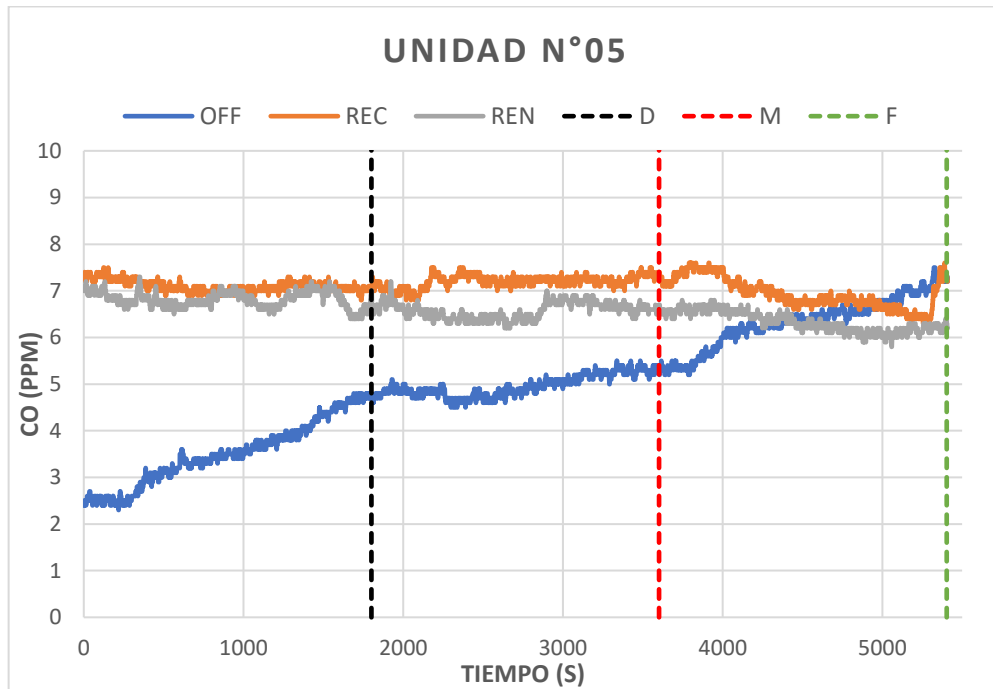


Gráfico 5-3: Concentración de partículas de Co en unidad 05.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)

En el gráfico 5-3. Se realizó la toma de datos en el interior del habitáculo del autobús N°05, mostrando como resultados en la función del sistema de climatización automotriz en OFF, en la parte delantera del habitáculo se obtiene una gráfica ascendente continuamente de los 2,5 ppm hasta los 4,8 ppm, en la parte media del habitáculo va ascender constantemente desde los 4,8 ppm hasta llegar a los 5,2 ppm y en la parte final del habitáculo se mantiene ascendiendo hasta llegar a los 7,2 ppm.

En la función de recirculación de aire se observa que en la parte delantera del habitáculo la gráfica comienza constantemente entre los 7,2 a 7 ppm, mientras tanto en la parte del medio del habitáculo la gráfica prosigue constantemente hasta llegar a un valor de 7,3 ppm, en la parte final de habitáculo la gráfica descende continuamente y asciende a un pico alto de 7,3 ppm. Y en la función de renovación de aire la gráfica va ascender y descender en la parte delantera del habitáculo se obtiene datos de 7 ppm hasta los 6,7 ppm, en la parte media del habitáculo va

constantemente y asciende a los 6,7 ppm y en la parte final del habitáculo desciende continuamente de los 6,7 ppm hasta los 6,3 ppm.

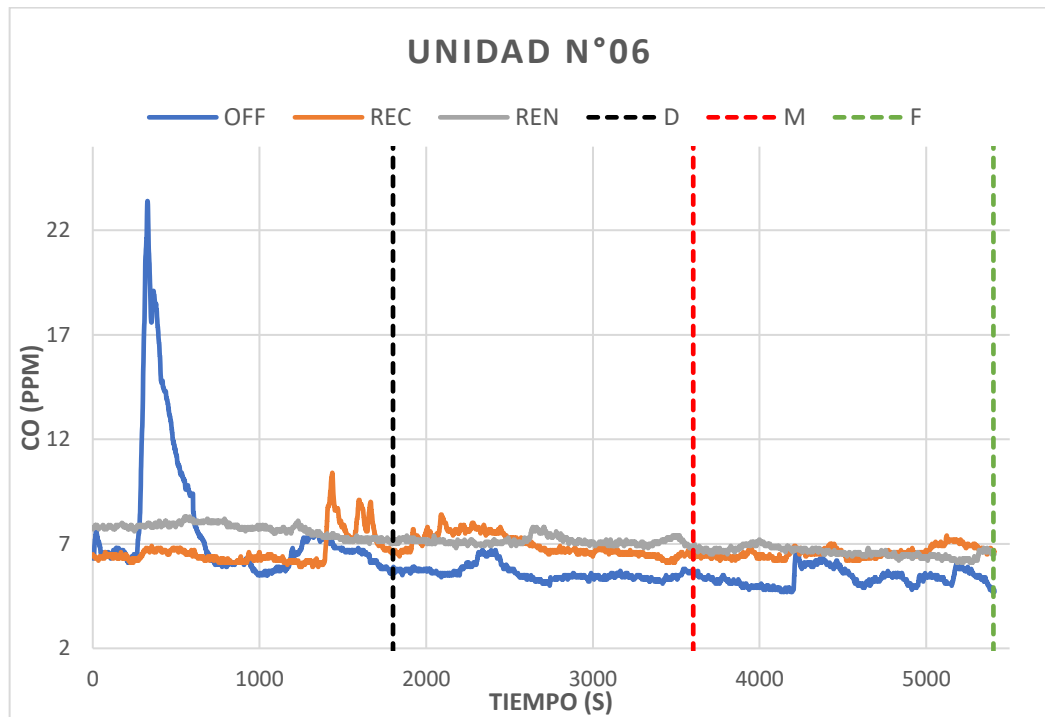


Gráfico 6-3: Concentración de partículas de Co en unidad 06.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)

En el gráfico 6-3. Se realizó la toma de datos en el interior del habitáculo del autobús N°06, mostrando como resultados en la función del sistema de climatización automotriz en OFF, en la parte delantera del habitáculo se obtiene un pico alto de 23 ppm y va a descender continuamente hasta los 5,7 ppm, en la parte media del habitáculo va ascender y descender constantemente hasta los 5,7 ppm y en la parte final del habitáculo la gráfica va ascender y descender continuamente obteniendo un pico alto de 7 ppm.

En la función de recirculación de aire se observa que en la parte delantera del habitáculo la gráfica comienza constantemente en los 6,2 ppm y asciende hasta obtener un pico alto de 10,2 ppm, mientras tanto en la parte del medio del habitáculo la gráfica asciende y descende hasta los 6,5 ppm, en la parte final de habitáculo comienza desde 6,5 ppm y se mantiene constantemente. Y en la función de renovación de aire la gráfica va ascender y descender en menor magnitud en la parte delantera del habitáculo se obtiene datos de 7,9 ppm hasta los 7,3 ppm, en la parte media del habitáculo va constantemente de los 7,3 ppm generando unos picos pequeños y en la parte final del habitáculo asciende y descende en mínima magnitud llegando a los 7 ppm.

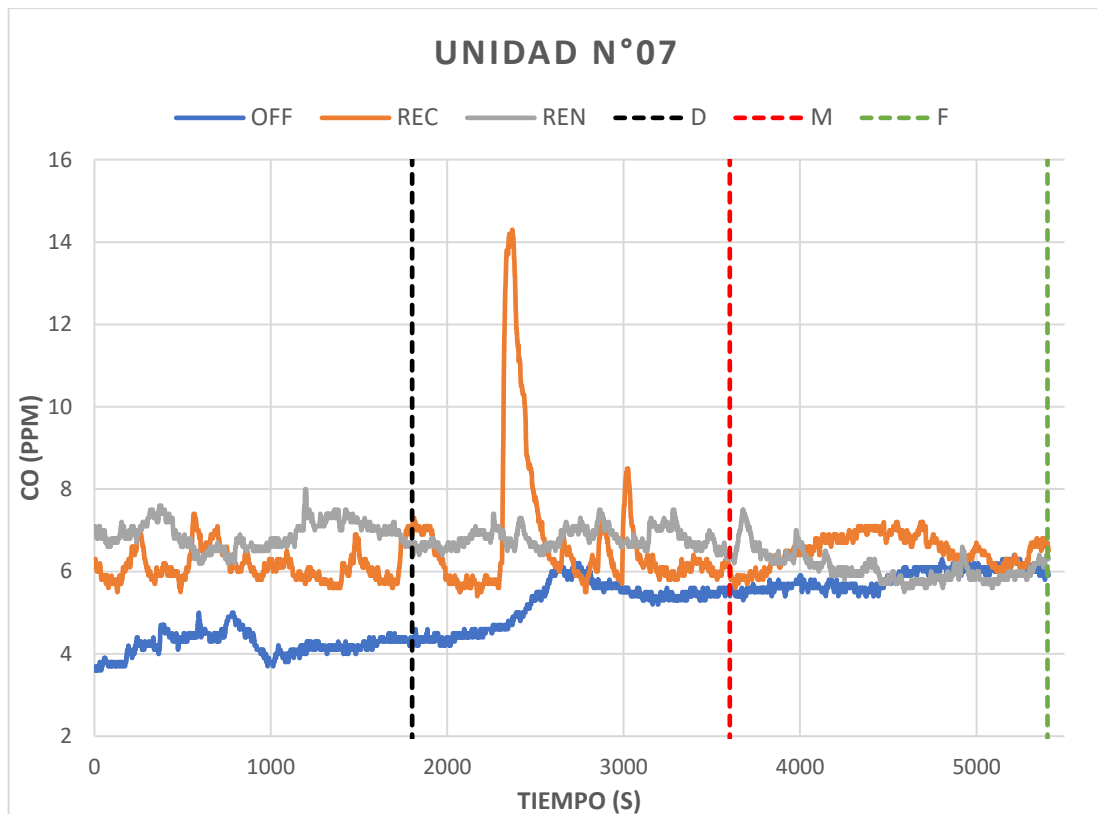


Gráfico 7-3: Concentración de partículas de Co en unidad 07.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)

En el gráfico 7-3. Se realizó la toma de datos en el interior del habitáculo del autobús N°07, mostrando como resultados en la función del sistema de climatización automotriz en OFF, en la parte delantera del habitáculo se obtiene un valor de 3,8 ppm ascendiendo y descendiendo hasta los 4,3 ppm, en la parte media del habitáculo va ascender y descender constantemente generando un pico alto de 6.2 ppm y en la parte final del habitáculo asciende constantemente desde los 5,7 ppm hasta los 6 ppm.

En la función de recirculación de aire se observa que en la parte delantera del habitáculo la gráfica va ascendiendo y descendiendo continuamente hasta llegar a los 7 ppm, mientras tanto en la parte del medio del habitáculo la gráfica asciende obteniendo un pico alto de 14,2 ppm, en la parte final de habitáculo comienza ascender y descender hasta los 7 ppm. Y en la función de renovación en la parte delantera del habitáculo va ascendiendo y descende continuamente hasta llegar los 6,3 ppm, en la parte media del habitáculo de igual forma va ir ascendiendo y descendiendo generando picos pequeños y en la parte final del habitáculo asciende y descende constantemente obteniendo un pico alto de 7,5 ppm.

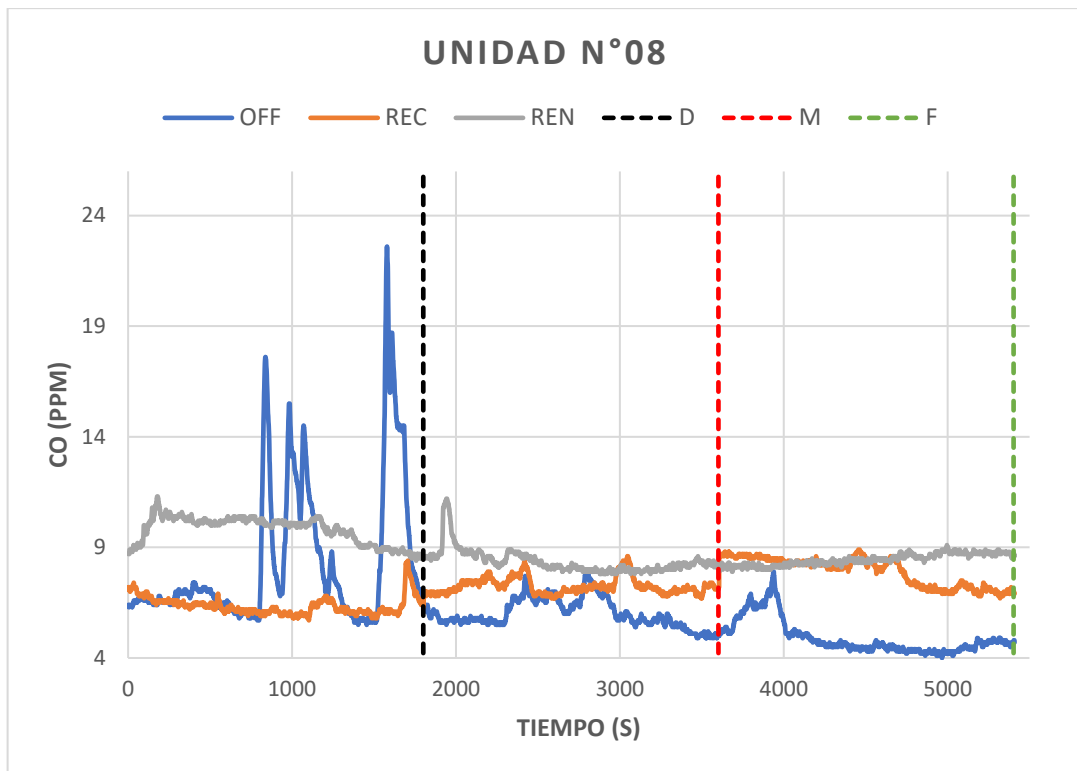


Gráfico 8-3: Concentración de partículas de Co en unidad 08.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021.)

En el gráfico 8-3. Se realizó la toma de datos en el interior del habitáculo del autobús N°03, mostrando como resultados en la función del sistema de climatización automotriz en OFF, en la parte delantera del habitáculo la gráfica fue ascendiendo continuamente obteniendo un pico alto de 23 ppm, en la parte media del habitáculo va ascender y descender constantemente en un rango de 7 y 5 ppm hasta llegar a los 4,8 ppm y en la parte final del habitáculo asciende y descende obteniendo un pico alto de 8 ppm.

En la función de recirculación de aire se observa que en la parte delantera del habitáculo la gráfica va descendiendo continuamente hasta obtener un pico de 8 ppm, mientras tanto en la parte del medio del habitáculo la gráfica asciende y descende generando picos pequeños el pico alto es de 8,5 ppm, en la parte final de habitáculo comienza desde 8,5 ppm asciende constantemente hasta los 8,8 ppm. Y en la función de renovación en la parte delantera del habitáculo va desde los 8,9 ppm ascendiendo constantemente y descende generando un pico de 11,5 ppm, en la parte media del habitáculo va descendiendo constantemente con un pico alto de 12 ppm y en la parte final del habitáculo asciende constantemente hasta llegar a los 8,8 ppm.

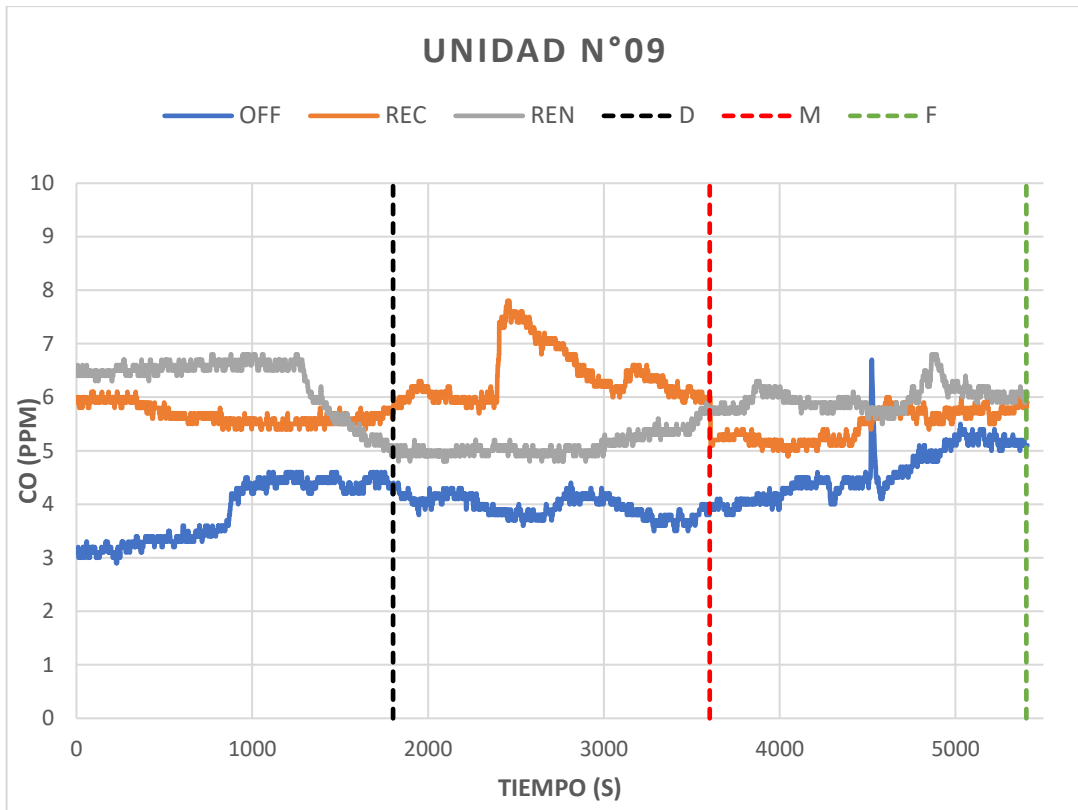


Gráfico 9-3: Concentración de partículas de Co en unidad 09.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 9-3. Se realizó la toma de datos en el interior del habitáculo del autobús N°09, mostrando como resultados en la función del sistema de climatización automotriz en OFF, en la parte delantera del habitáculo se obtiene un valor de 3,2 ppm ascendiendo continuamente hasta los 4,3 ppm, en la parte media del habitáculo va ascender y descender constantemente hasta llegar a los 3,6 ppm y en la parte final del habitáculo asciende constantemente obteniendo un pico alto de 6,8 ppm.

En la función de recirculación de aire se observa que en la parte delantera del habitáculo la gráfica desciende hasta llegar al valor de 5,8 ppm, mientras tanto en la parte del medio del habitáculo la gráfica asciende obteniendo un pico alto de 7,8 ppm, en la parte final de habitáculo comienza desde 5,3 ppm asciende hasta los 5,9 ppm. Y en la función de renovación en la parte delantera del habitáculo va ascendiendo constantemente y desciende hasta los 5 ppm, en la parte media del habitáculo va ascendiendo constantemente hasta llegar a los 5,8 ppm y en la parte final del habitáculo asciende y desciende constantemente generando un pico alto de 6,7 ppm.

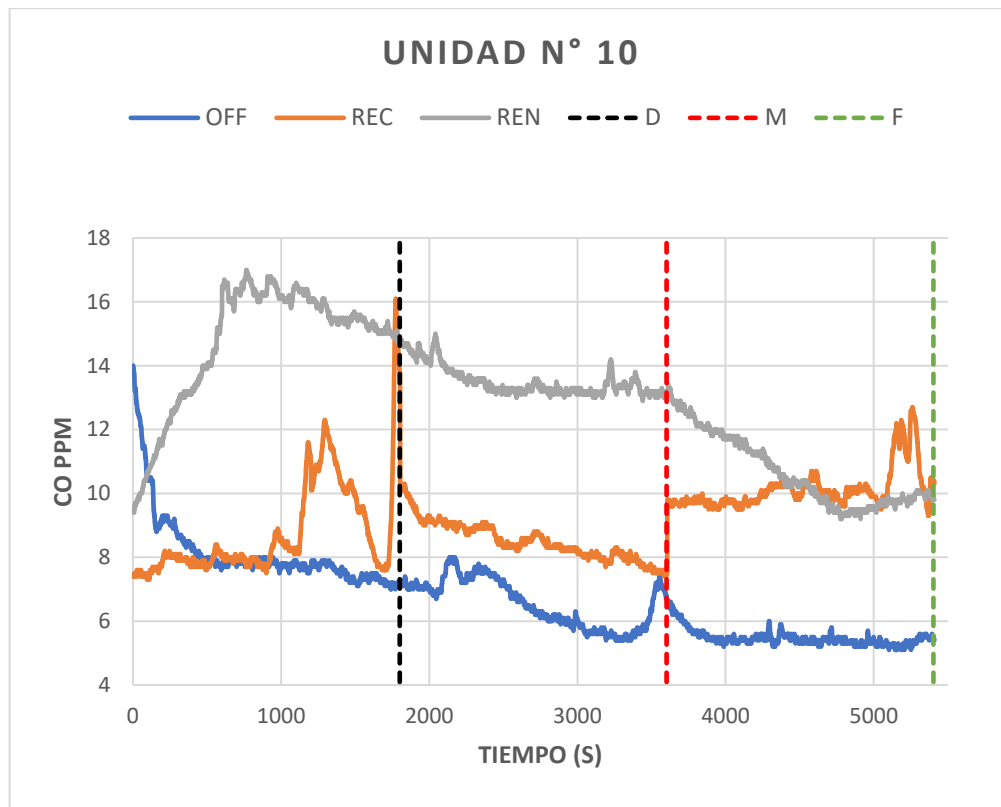


Gráfico 10-3: Concentración de partículas de Co en unidad 10.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 10-3. Se realizó la toma de datos en el interior del habitáculo del autobús N°10, mostrando como resultados en la función del sistema de climatización automotriz en OFF, en la parte delantera del habitáculo se obtiene un valor alto de 14 ppm y va a descender continuamente hasta los 7,5 ppm, en la parte media del habitáculo va ascender y descender constantemente hasta llegar a los 7ppm y en la parte final del habitáculo se mantiene constante hasta llegar a los 5 ppm.

En la función de recirculación de aire se observa que en la parte delantera del habitáculo la gráfica asciende hasta obtener un pico alto de 16 ppm, mientras tanto en la parte del medio del habitáculo la gráfica desciende hasta llegar a los 7,5 ppm, en la parte final de habitáculo comienza a ascender hasta un pico alto de 13 ppm. Y en la función de renovación de aire la gráfica va ascender y descender en la parte delantera del habitáculo se obtienen picos y unos de los picos altos es de 17 ppm, en la parte media del habitáculo va descendiendo constantemente hasta los 13 ppm y en la parte final del habitáculo desciende desde los 13 ppm hasta los 10 ppm.

3.1.3. Representación gráfica de CO2.

En las figuras que se presentan se muestran las gráficas de dispersión de datos correspondiente, a concentraciones de las emisiones de gases de CO₂, correspondiente a las 10 unidades de autobuses de transporte terrestre interprovincial del Ecuador. En cada grafica se presenta las mediciones realizadas en los 3 tipos de ubicaciones (delantera, media y final), en el interior del habitáculo del autobús de trasporte terrestre.

3.1.3.1. Unidad N° 01 – Condiciones – Ubicaciones – CO₂.

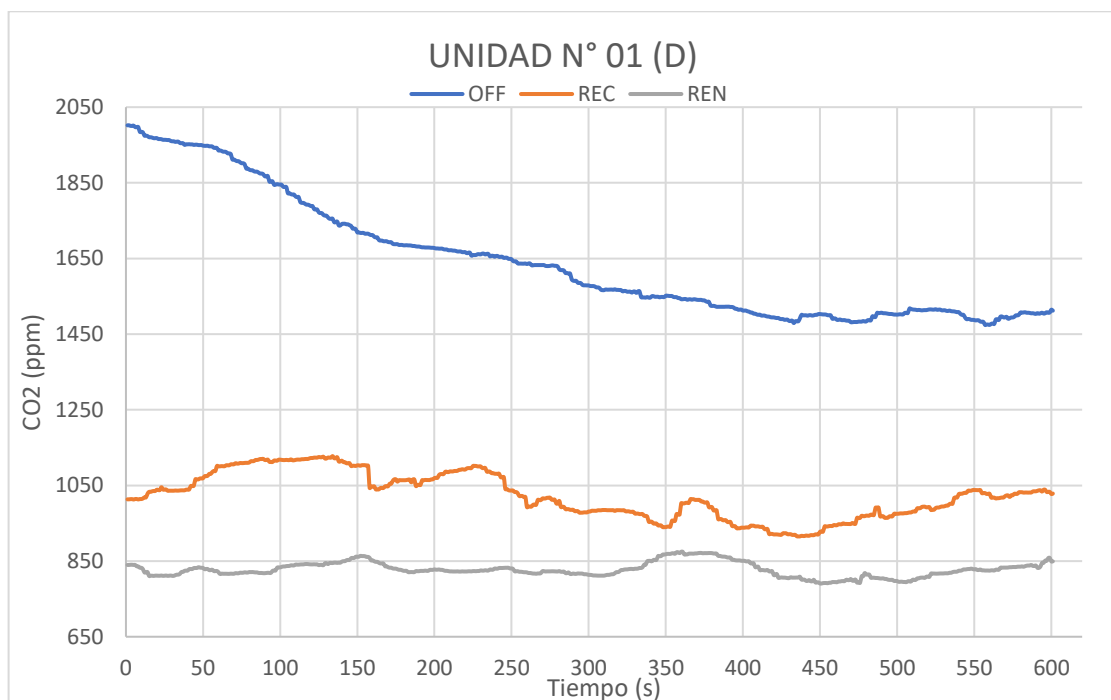


Gráfico 11-3: Comparativa de niveles de CO₂ en Unidad N° 01- (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 11-3. Se muestra la representación gráfica, de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando que en la condición de Apagado (OFF), son valores elevados en un amplio rango de 1450 a 2050 de concentración de CO₂ (ppm). En la condición de Recirculación (REC), son valores comprendidos en un rango de 1200 a 900 de concentración de CO₂ (ppm). En la condición de Renovación (REN), son valores comprendidos en un rango de 875 a 700 de concentración de CO₂ (ppm).

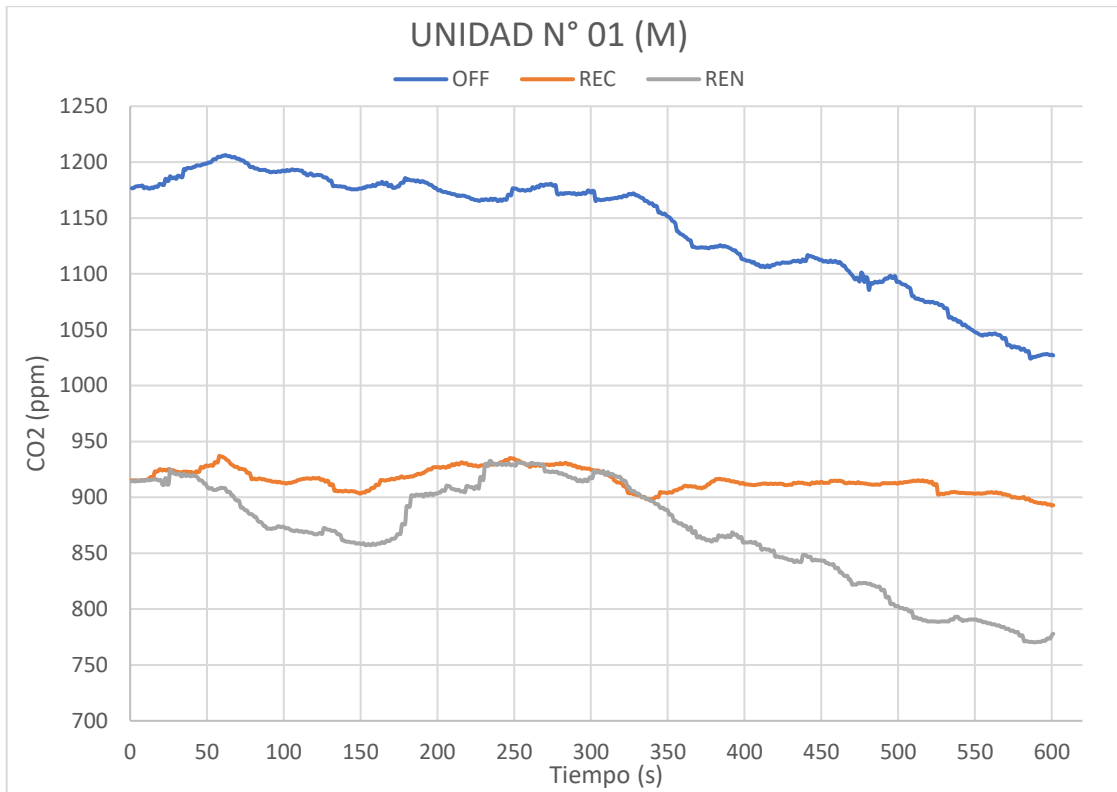


Gráfico 12-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 01- (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 12-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Mitad (M), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un amplio rango iniciando aproximadamente en 1210 a 1030 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 940 y valores más bajos fue de 890 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango amplio, donde, como valores máximos se obtuvieron de 950 y valores más bajos fue de 765 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas se observa que existe una variación constante, y posteriormente la reducción de los niveles de concentración de CO2 (ppm).

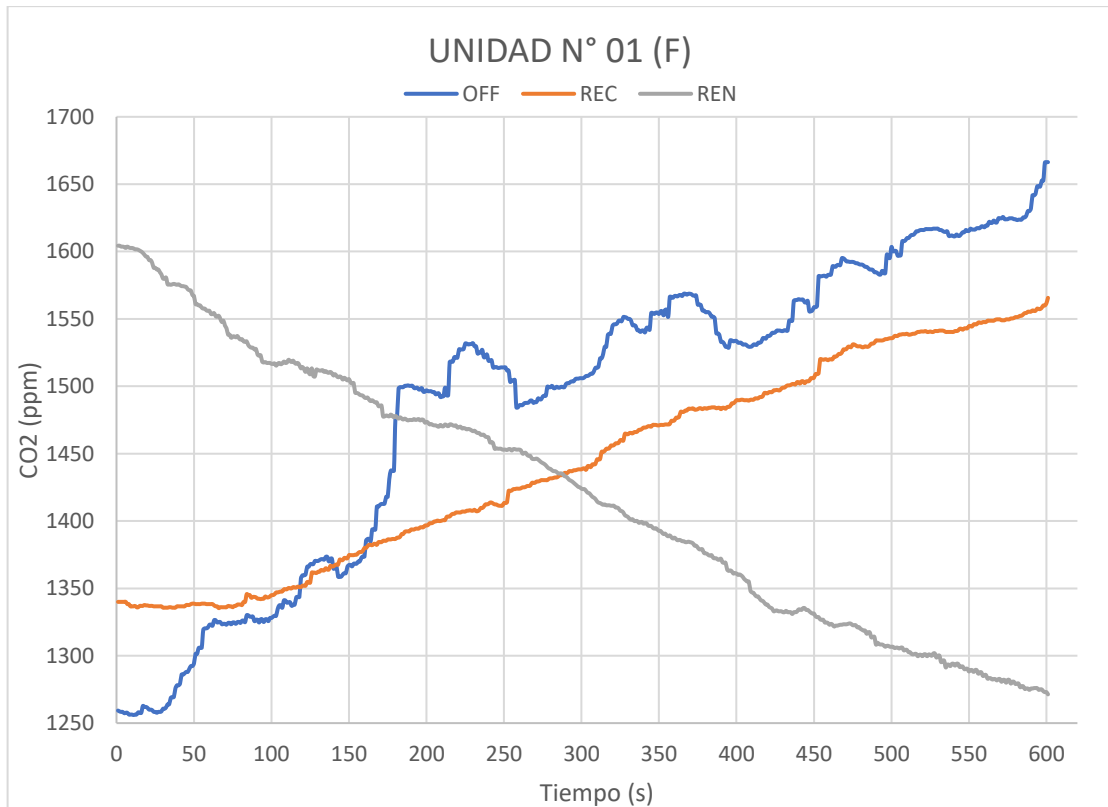


Gráfico 13-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 01- (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Con los resultados obtenidos, se puede decir que en la condición de Apagado (OFF), en la ubicación final (F) del Gráfico 13-3, se obtiene valores notablemente crecientes, los cuales, al graficar se genera una curva ascendente, permitiendo identificar la ubicación con mayor concentración de CO2 (ppm). En la ubicación Final (F) del Gráfico 13-3, inicialmente se obtiene valores considerados estables, a medida que transcurre el periodo de toma de datos, genera un incremento en los valores obtenidos, demostrando que en dicha ubicación se genera un elevado porcentaje de CO2 (ppm), evidenciando que en las otras ubicaciones se obtienen valores estables. Notablemente, se puede decir que en la condición de Renovación (REN), del Gráfico 13-3, se obtiene valores descendentes, permitiendo generar una curva variante, sin presentar picos crecientes o decrecientes que dispersen los datos obtenidos.

3.1.3.2. Unidad N° 02 – Condiciones – Ubicaciones– CO2.

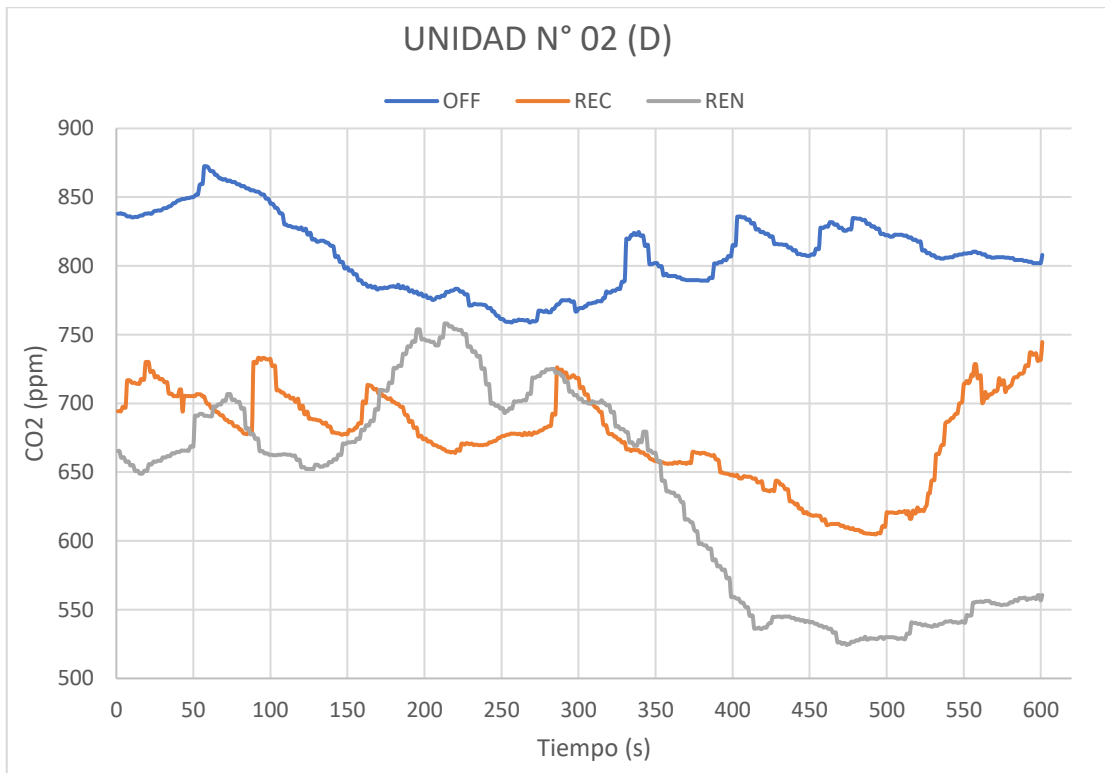


Gráfico 14-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 02- (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 14-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Delantera (D), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 750 a 900 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más amplio, donde, como valores máximos se obtuvieron de 750 y valores más bajos fue de 600 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango más amplio, donde, como valores máximos se obtuvieron de 760 y valores más bajos fue de 500 de CO2 (ppm). En las representaciones graficas de Apagado (OFF) y Renovación (REN), se observa que existe una variación constante, y posteriormente la reducción de los niveles de concentración de CO2 (ppm). Para la gráfica de Recirculación (REC), se observa un incremento en los datos finales de la prueba realizada.

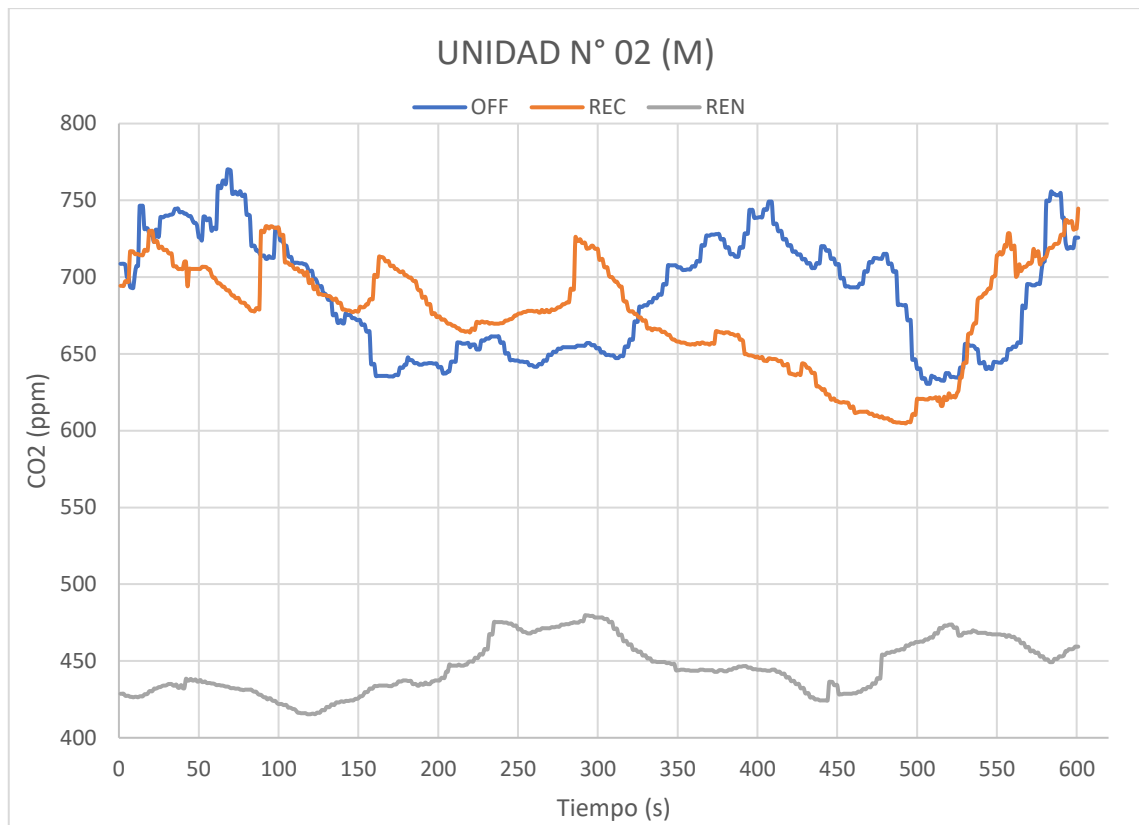


Gráfico 15-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 02- (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 15-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Media (M), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 625 a 780 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más amplio, donde, como valores máximos se obtuvieron de 750 y valores más bajos fue de 600 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 475 y valores más bajos fue de 410 de CO2 (ppm). En las representaciones graficas de Apagado (OFF) y Recirculación (REC), se observa que existe una variación constante, presentando elevaciones muy pronunciadas y descensos, posteriormente el incremento de los niveles de concentración de CO2 (ppm). Para la gráfica de Renovación (REN), se observa un pequeño incremento en los datos de la prueba realizada.

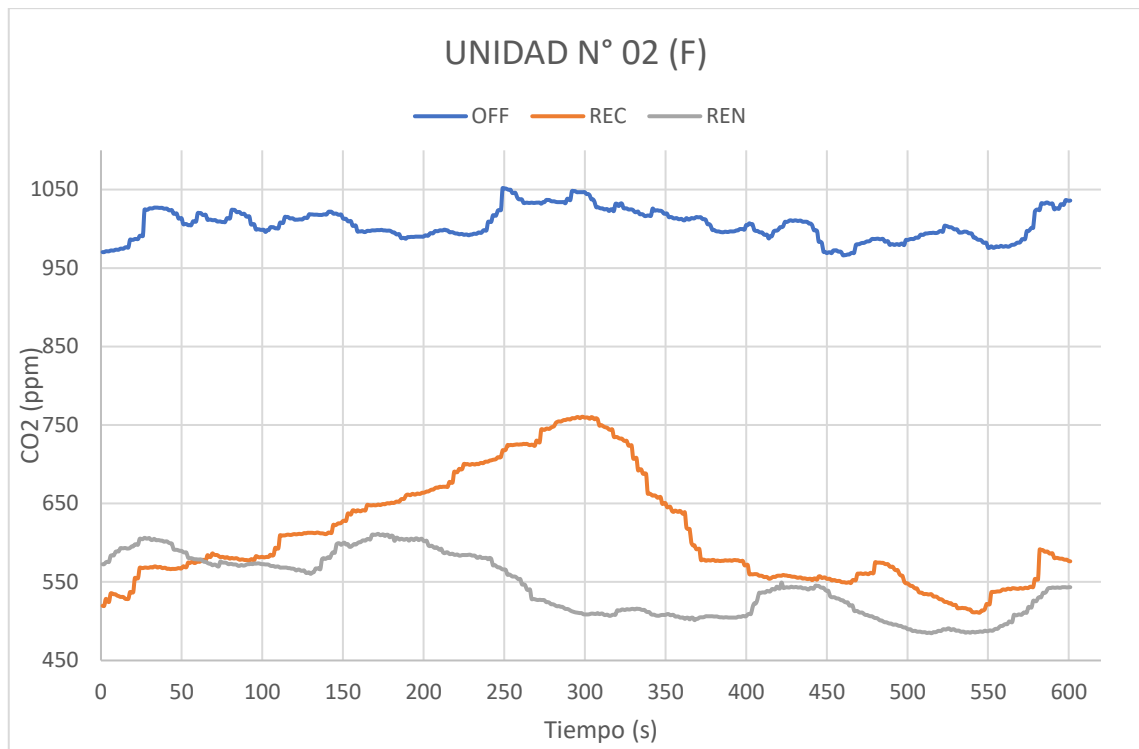


Gráfico 16-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 02- (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 16-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Final (F), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 950 a 1060 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más amplio, donde, como valores máximos se obtuvieron de 760 y valores más bajos fue de 550 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango más amplio, donde, como valores máximos se obtuvieron de 630 y valores más bajos fue de 470 de CO2 (ppm). En las representaciones graficas de Apagado (OFF) y Recirculación (REC), se observa que existe una variación constante, y posteriormente la reducción de los niveles de concentración de CO2 (ppm). Para la gráfica de Renovación (REN), se observa un descenso en los datos de la prueba realizada.

3.1.3.3. Unidad N° 03 – Condiciones – Ubicaciones– CO2.

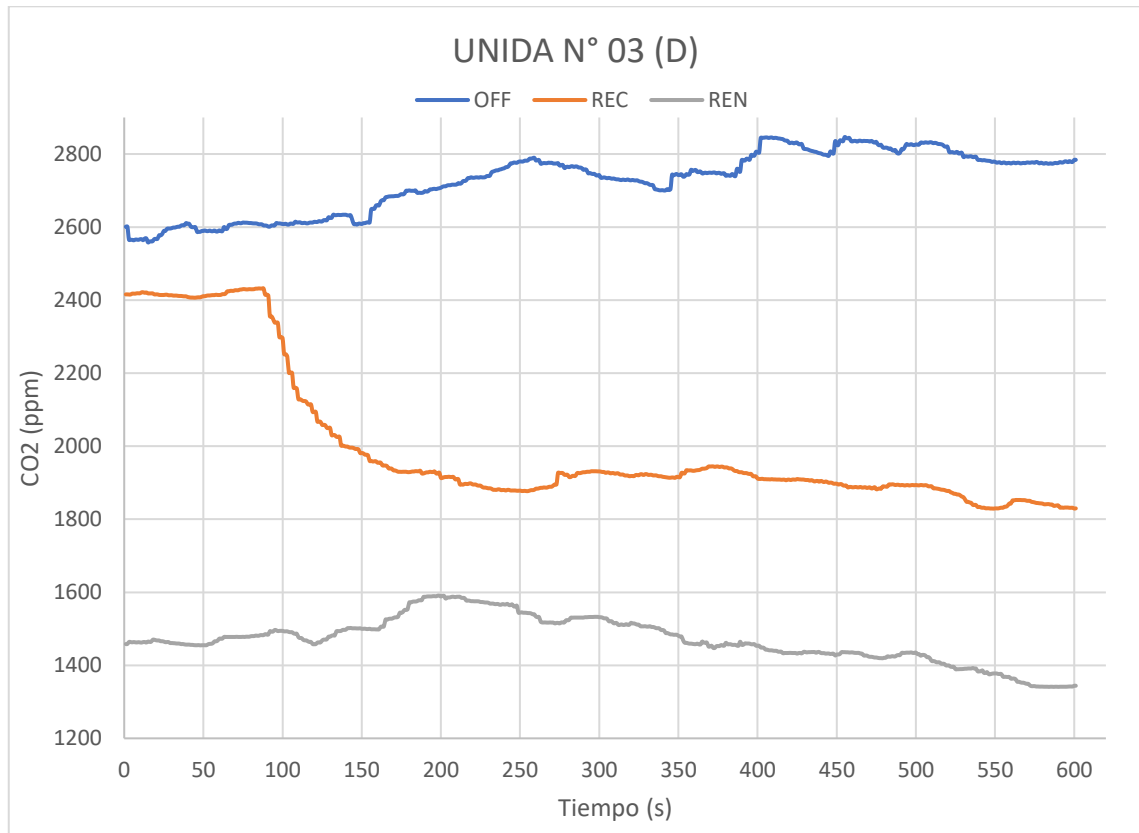


Gráfico 17-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 03- (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 17-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Delantera (D), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 2480 a 2830 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más amplio, donde, como valores máximos se obtuvieron de 2415 y valores más bajos fue de 1800 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango más amplio, donde, como valores máximos se obtuvieron de 1600 y valores más bajos fue de 1360 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

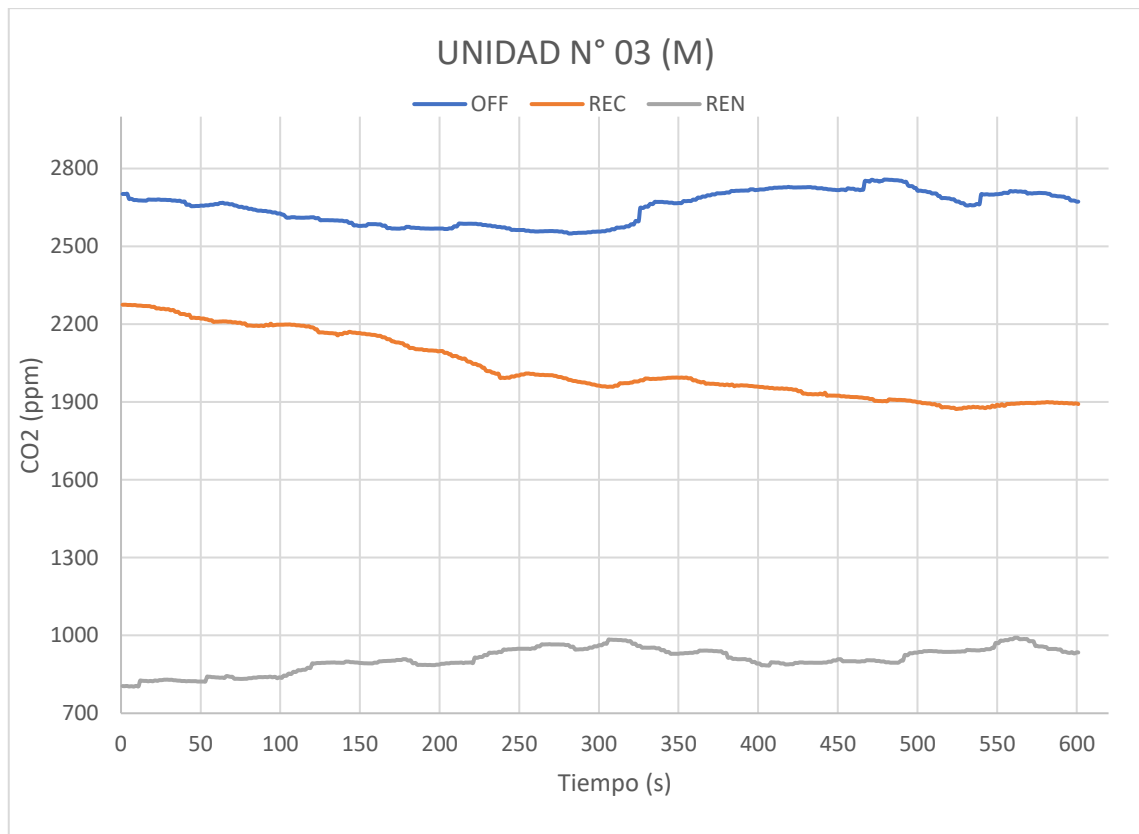


Gráfico 18-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 03- (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 18-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Media (M), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 2500 a 2800 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más amplio, donde, como valores máximos se obtuvieron de 2100 y valores más bajos fue de 1890 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango más amplio, donde, como valores máximos se obtuvieron de 1000 y valores más bajos fue de 800 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

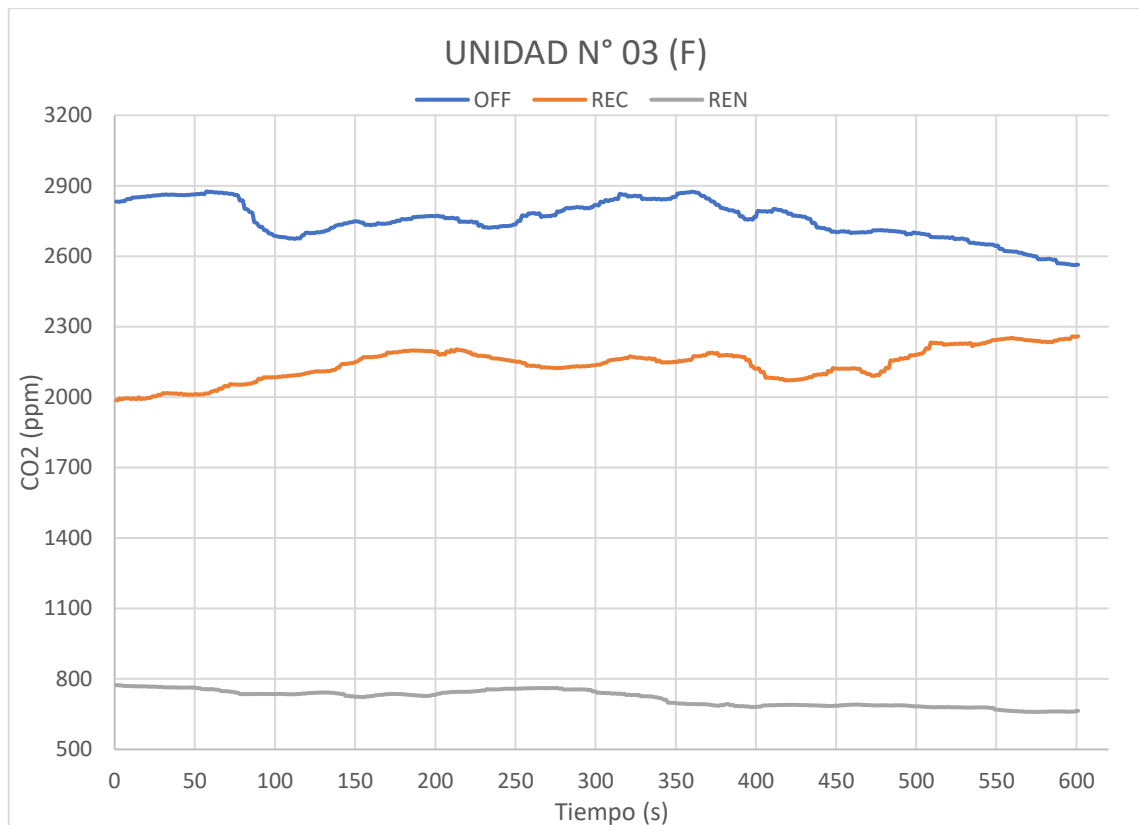


Gráfico 19-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 03- (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 19-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Final (F), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 2800 a 2550 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 2250 y valores más bajos fue de 2000 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 800 y valores más bajos fue de 700 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

3.1.3.4. Unidad N° 04 – Condiciones – Ubicaciones– CO2.

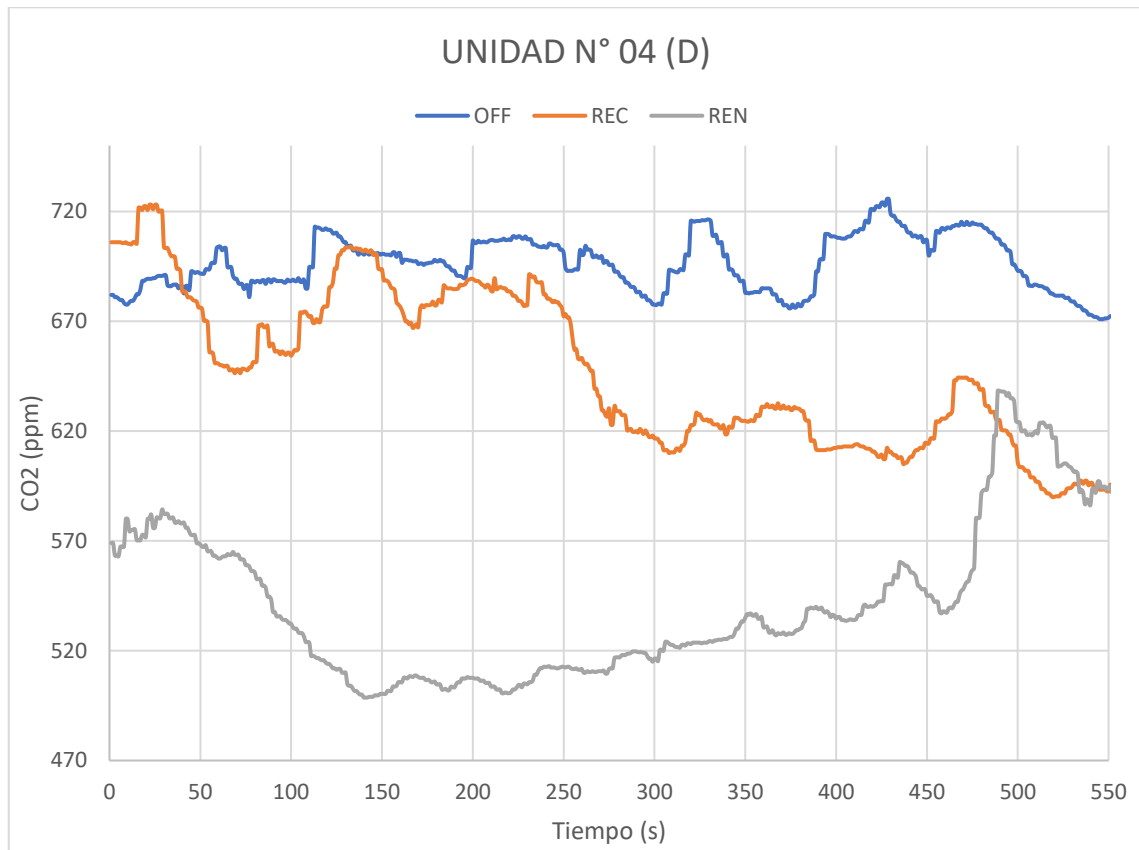


Gráfico 20-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 04- (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 20-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Delantera (D), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 680 a 730 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más amplio, donde, como valores máximos se obtuvieron de 725 y valores más bajos fue de 580 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 630 y valores más bajos fue de 490 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

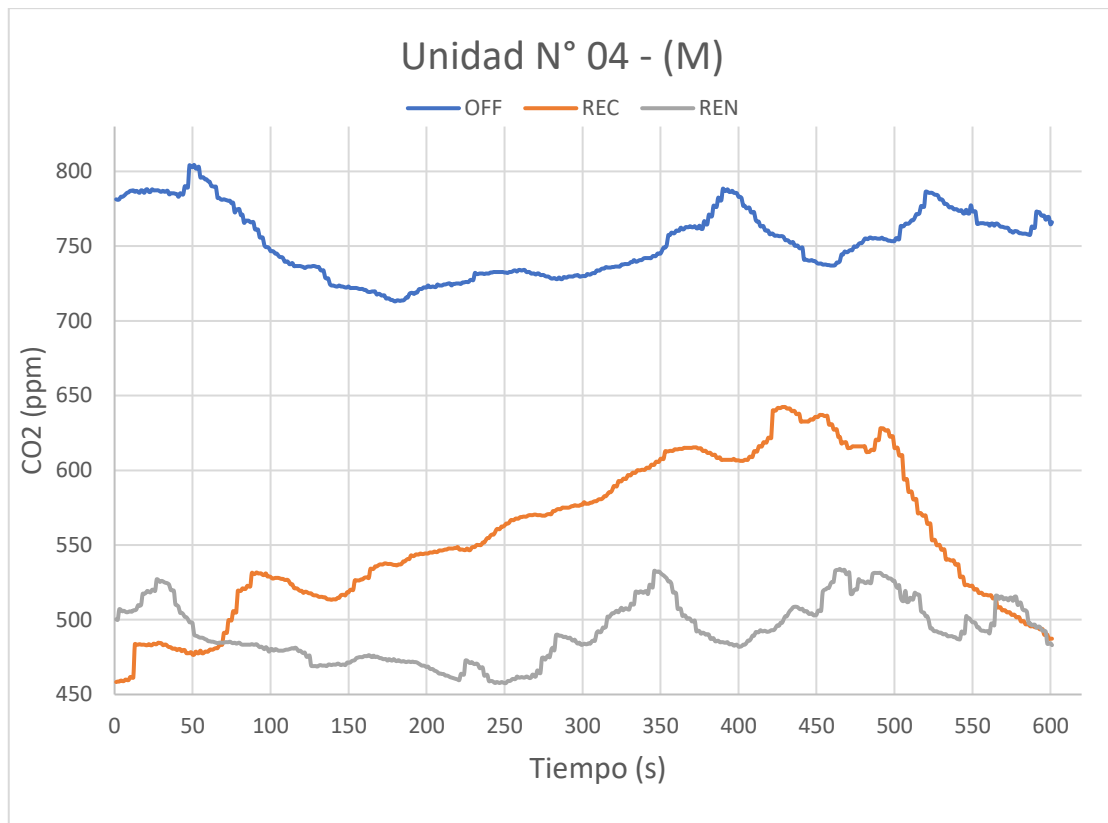


Gráfico 21-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 04- (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 21-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Medio (M), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 710 a 805 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más amplio, donde, como valores máximos se obtuvieron de 640 y valores más bajos fue de 460 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 540 y valores más bajos fue de 460 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

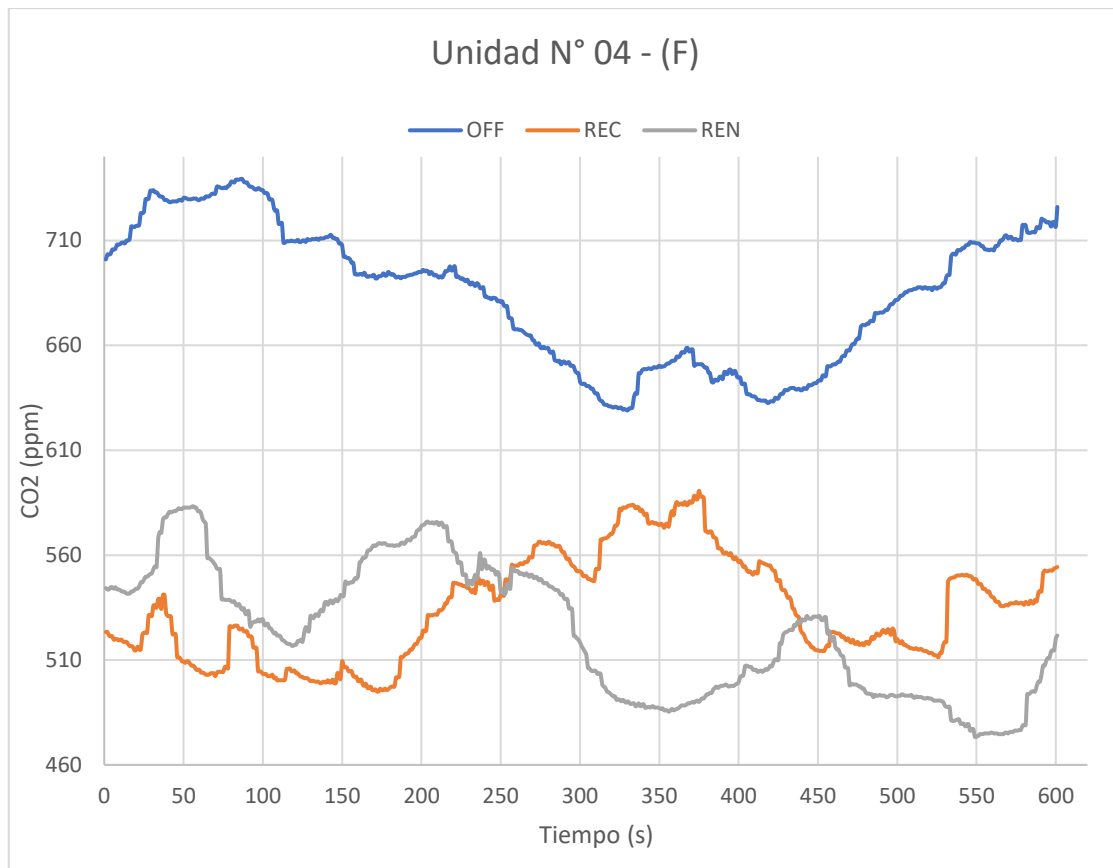


Gráfico 22-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 04- (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 22-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Final (F), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 630 a 750 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 590 y valores más bajos fue de 500 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 580 y valores más bajos fue de 480 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

3.1.3.5. Unidad N° 05 – Condiciones – Ubicaciones– CO2.

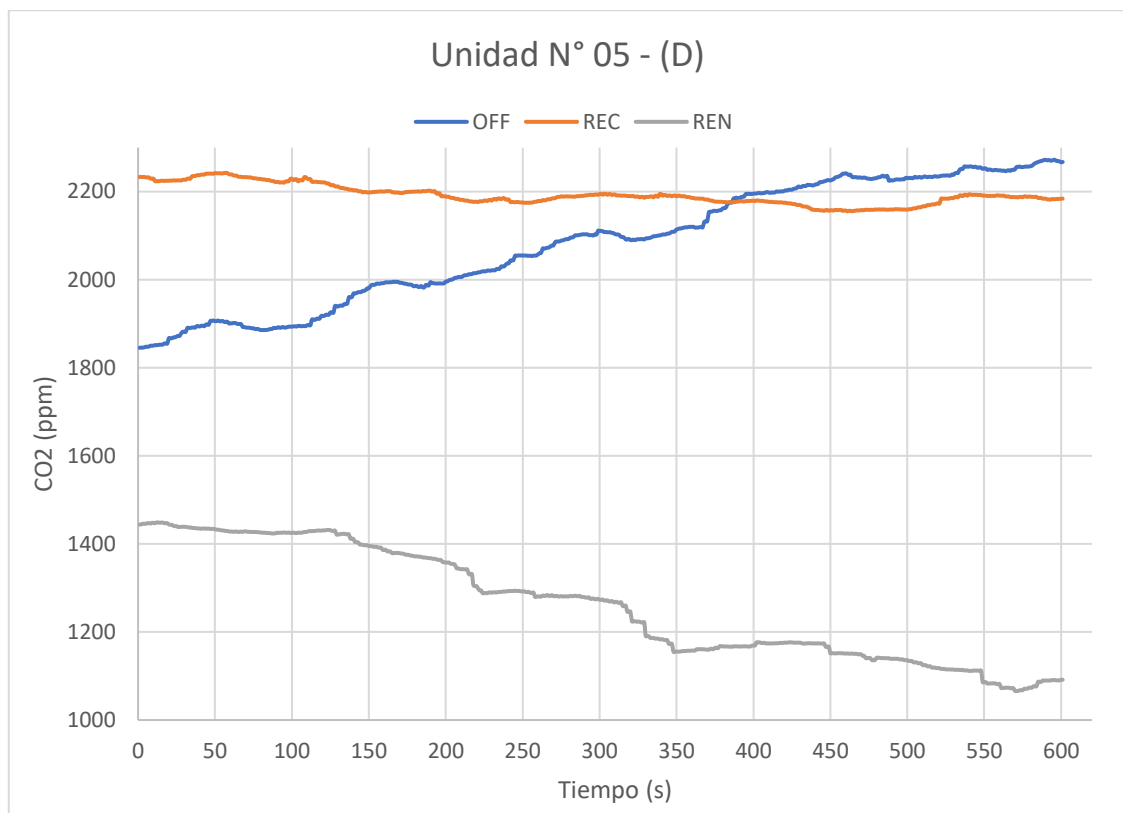


Gráfico 23-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 05- (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 23-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Delantera (D), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 1850 a 2285 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 2250 y valores más bajos fue de 2100 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 1450 y valores más bajos fue de 1070 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

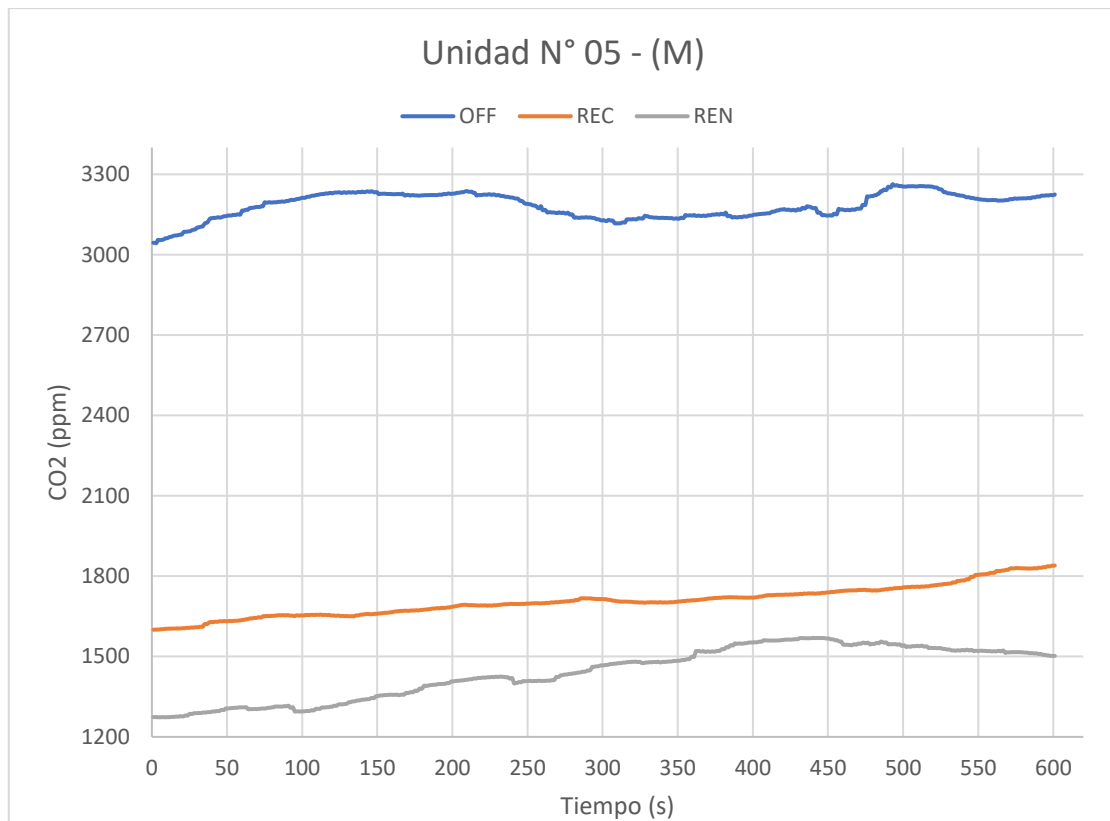


Gráfico 24-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 05- (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 24-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Medio (M), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 3030 a 3290 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 1850 y valores más bajos fue de 1600 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 1575 y valores más bajos fue de 1300 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

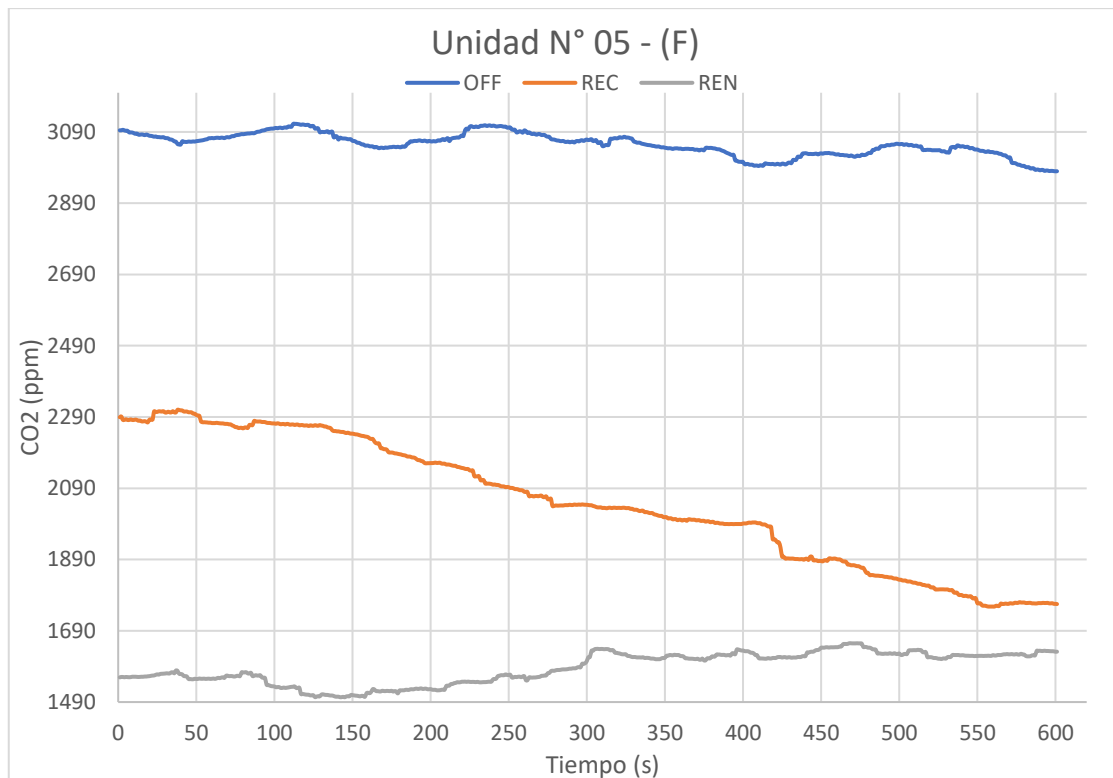


Gráfico 25-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 05- (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 25-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Final (F), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 3100 a 3000 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más amplio, donde, como valores máximos se obtuvieron de 2298 y valores más bajos fue de 1700 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 1590 y valores más bajos fue de 1490 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

3.1.3.6. Unidad N° 06 – Condiciones – Ubicaciones– CO2.

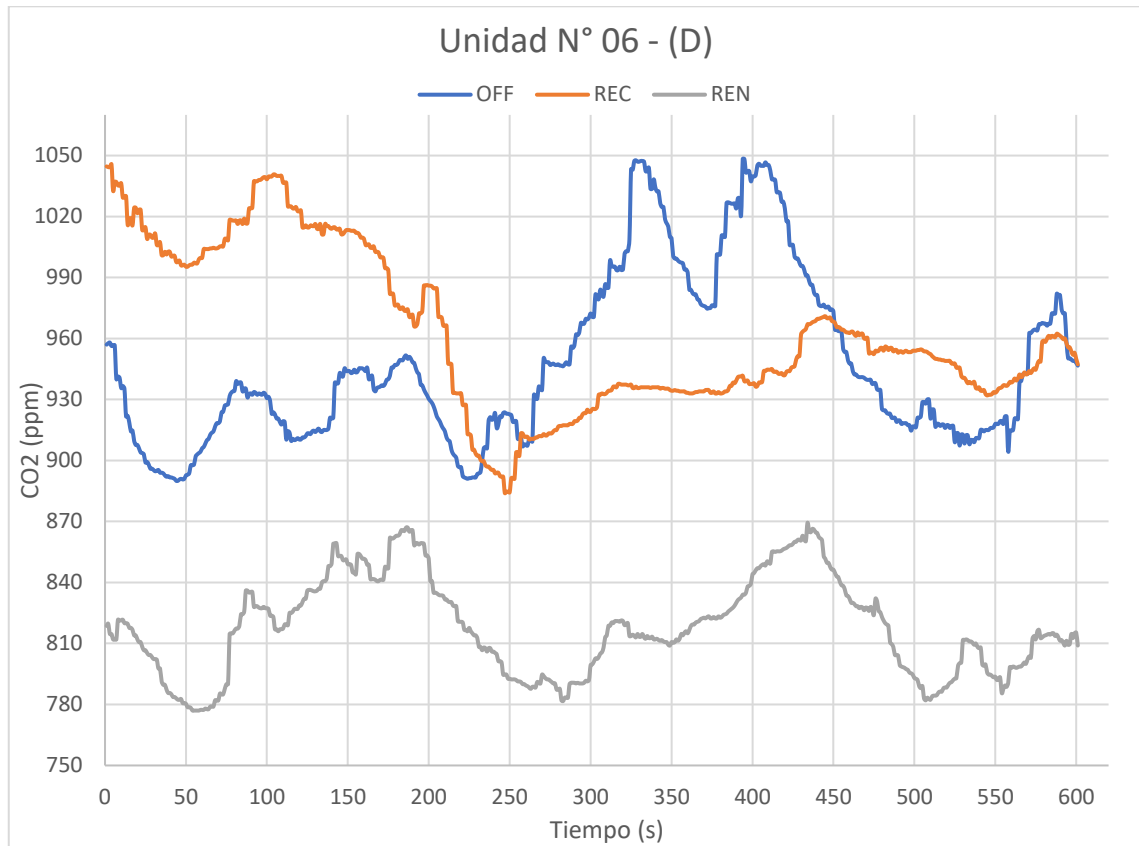


Gráfico 26-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 06- (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 26-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Delantera (D), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 960 a 1050 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 1050 y valores más bajos fue de 880 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 860 y valores más bajos fue de 780 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

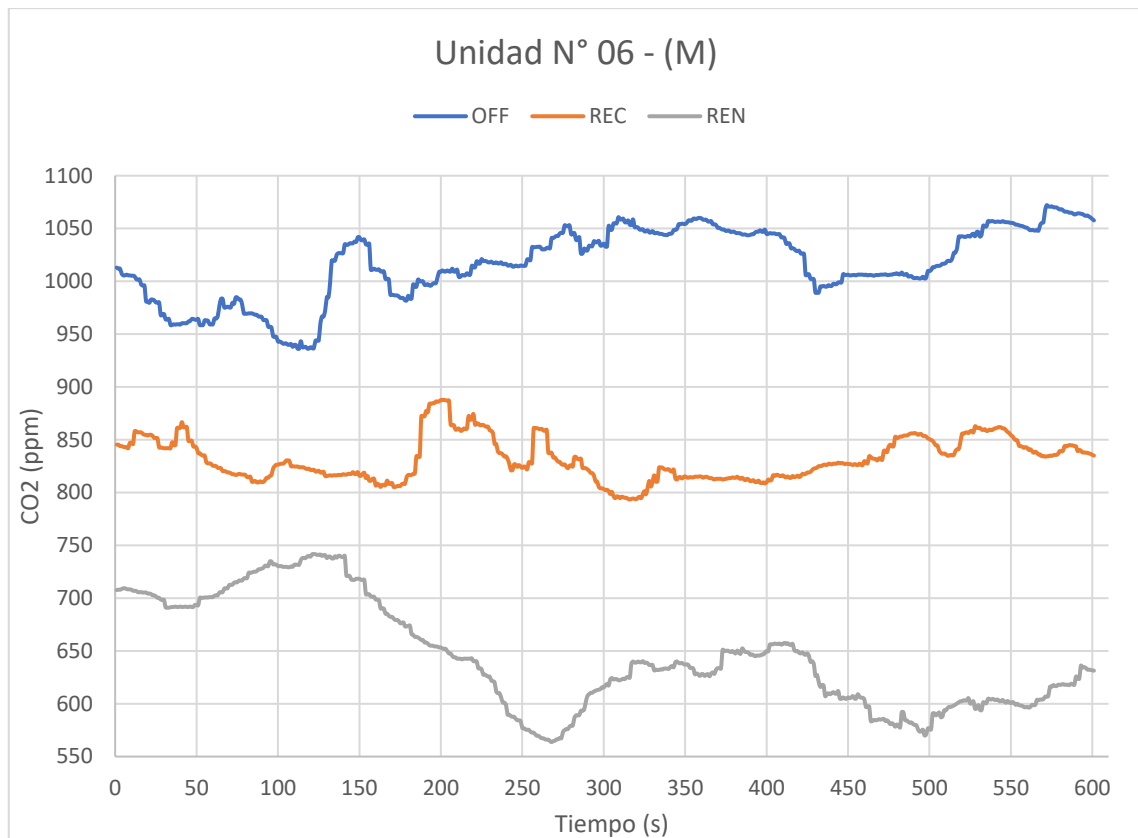


Gráfico 27-3: Comparativa de niveles de CO₂ en Unidad N° 06- (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 27-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Medio (M), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO₂ (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 1010 a 1060 de CO₂ (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 850 y valores más bajos fue de 790 de CO₂ (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 750 y valores más bajos fue de 560 de CO₂ (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

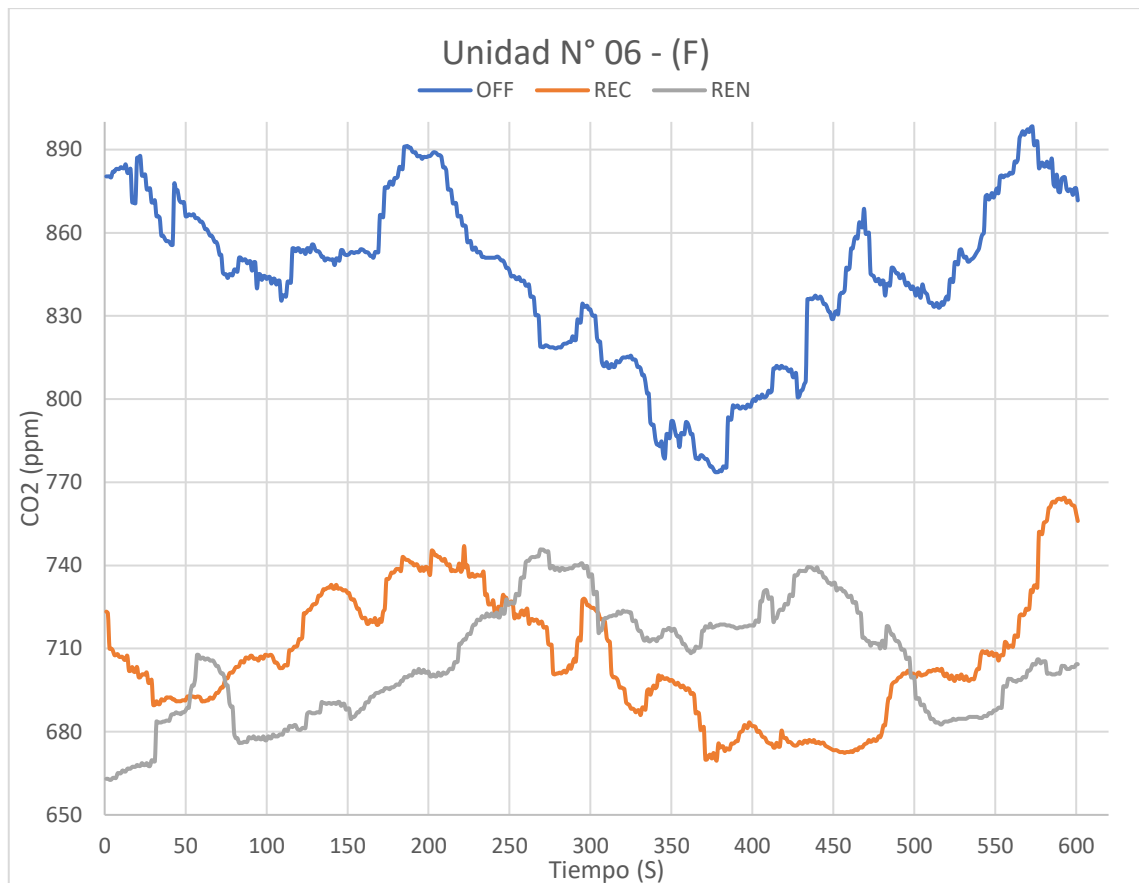


Gráfico 28-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 06- (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 28-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Final (F), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 880 a 780 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 750 y valores más bajos fue de 680 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 750 y valores más bajos fue de 680 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

3.1.3.7. Unidad N° 07 – Condiciones – Ubicaciones– CO2.

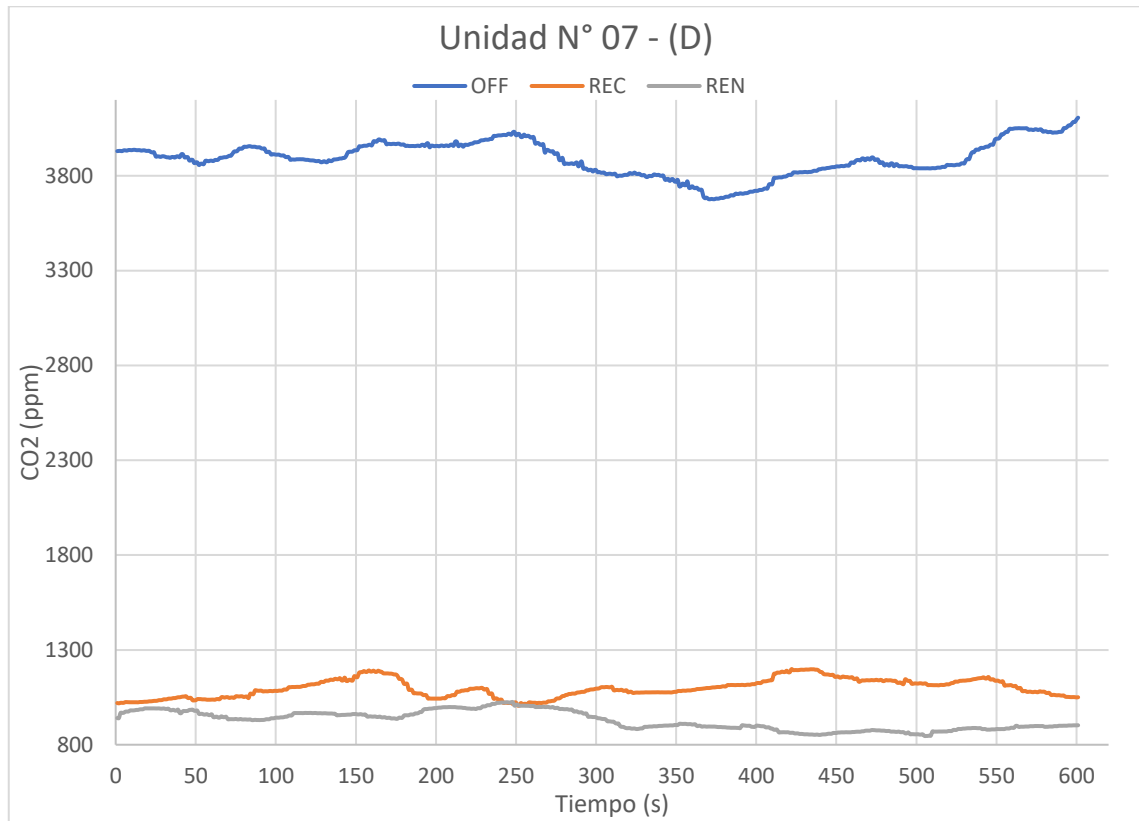


Gráfico 29-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 07- (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 29-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Delantero (D), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 3800 a 3900 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 1250 y valores más bajos fue de 1000 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 1000 y valores más bajos fue de 850 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

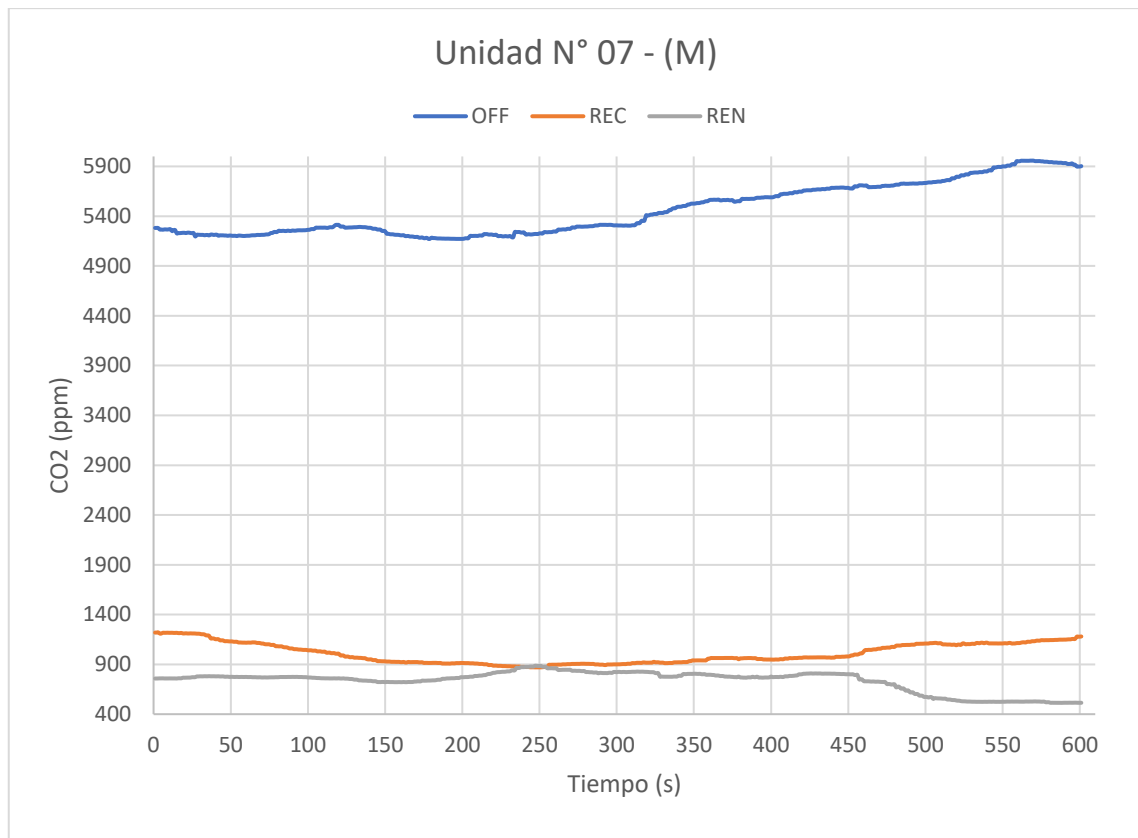


Gráfico 30-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 07- (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 30-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Medio (M), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 5000 a 3900 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 1350 y valores más bajos fue de 985 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 1000 y valores más bajos fue de 450 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

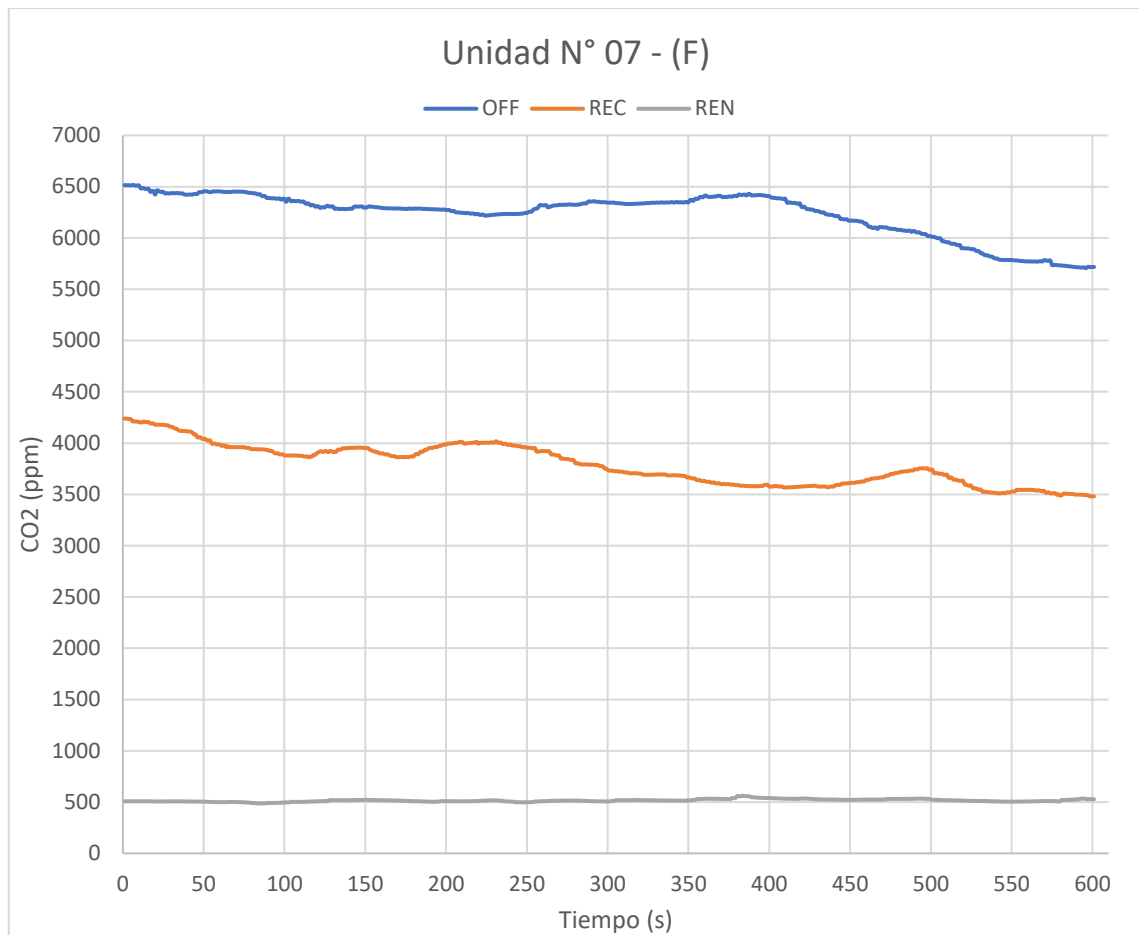


Gráfico 31-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 07- (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 31-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Final (F), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 6500 a 5600 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 4250 y valores más bajos fue de 3500 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 510 y valores más bajos fue de 500 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

3.1.3.8. Unidad N° 08 – Condiciones – Ubicaciones– CO2.

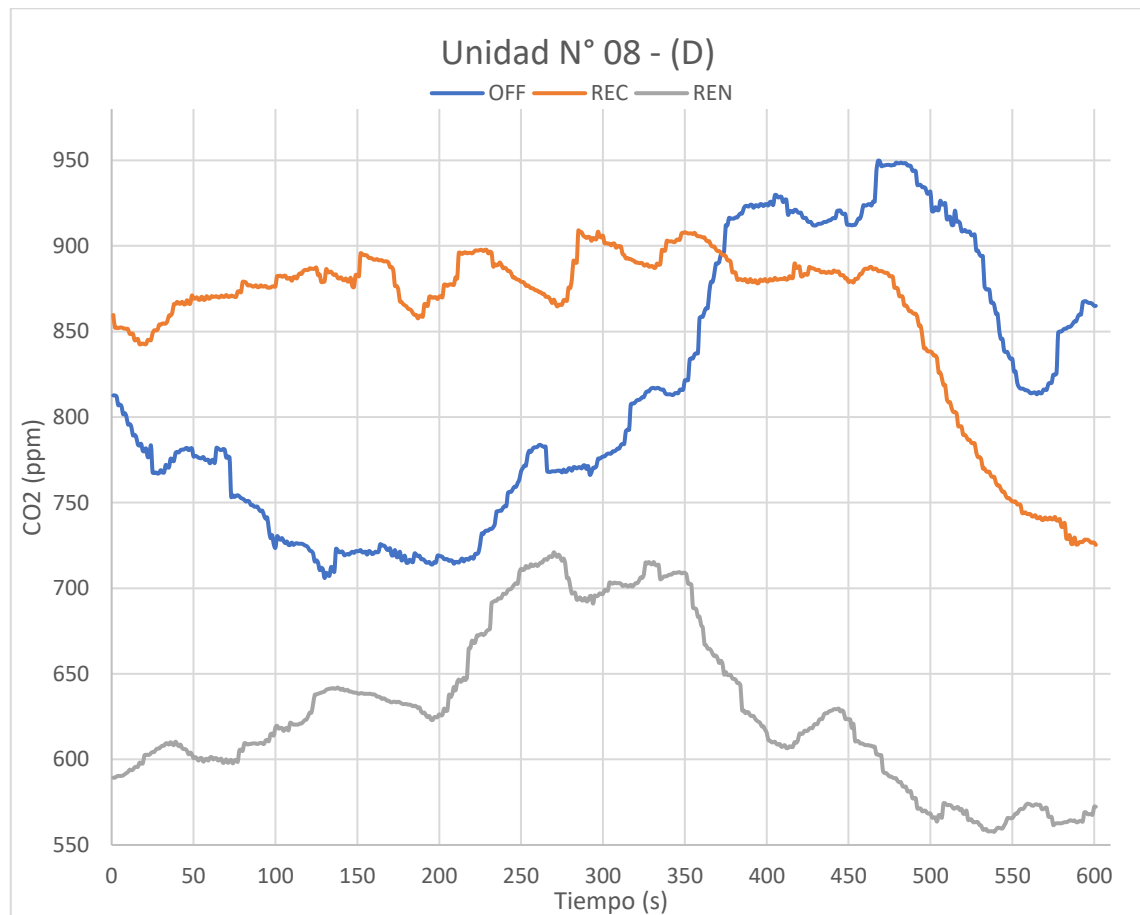


Gráfico 32-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 08- (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 32-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Delantero (D), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 950 a 700 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 950 y valores más bajos fue de 730 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 780 y valores más bajos fue de 560 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

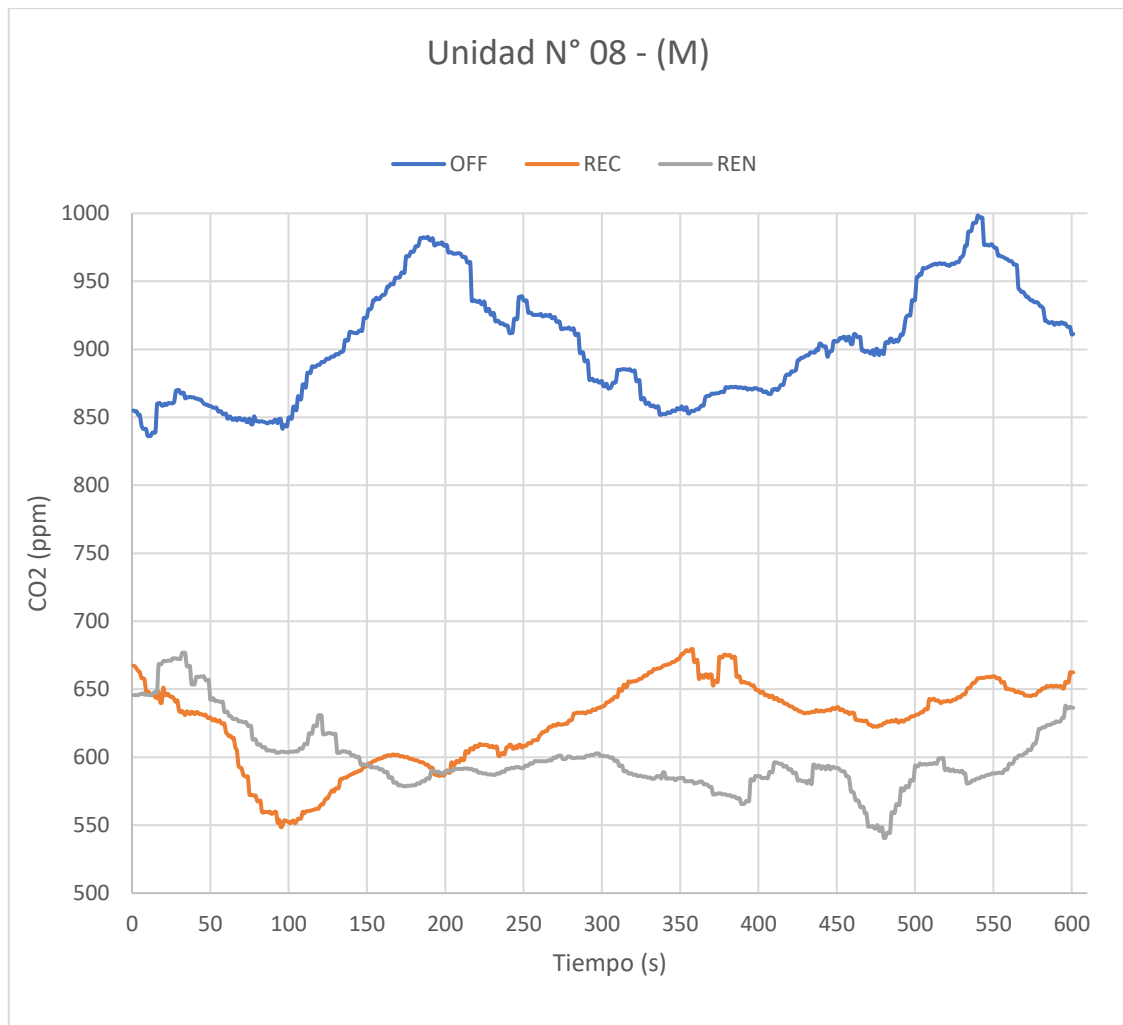


Gráfico 33-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 08- (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 33-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Medio (M), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 850 a 1000 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 680 y valores más bajos fue de 550 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 690 y valores más bajos fue de 850 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

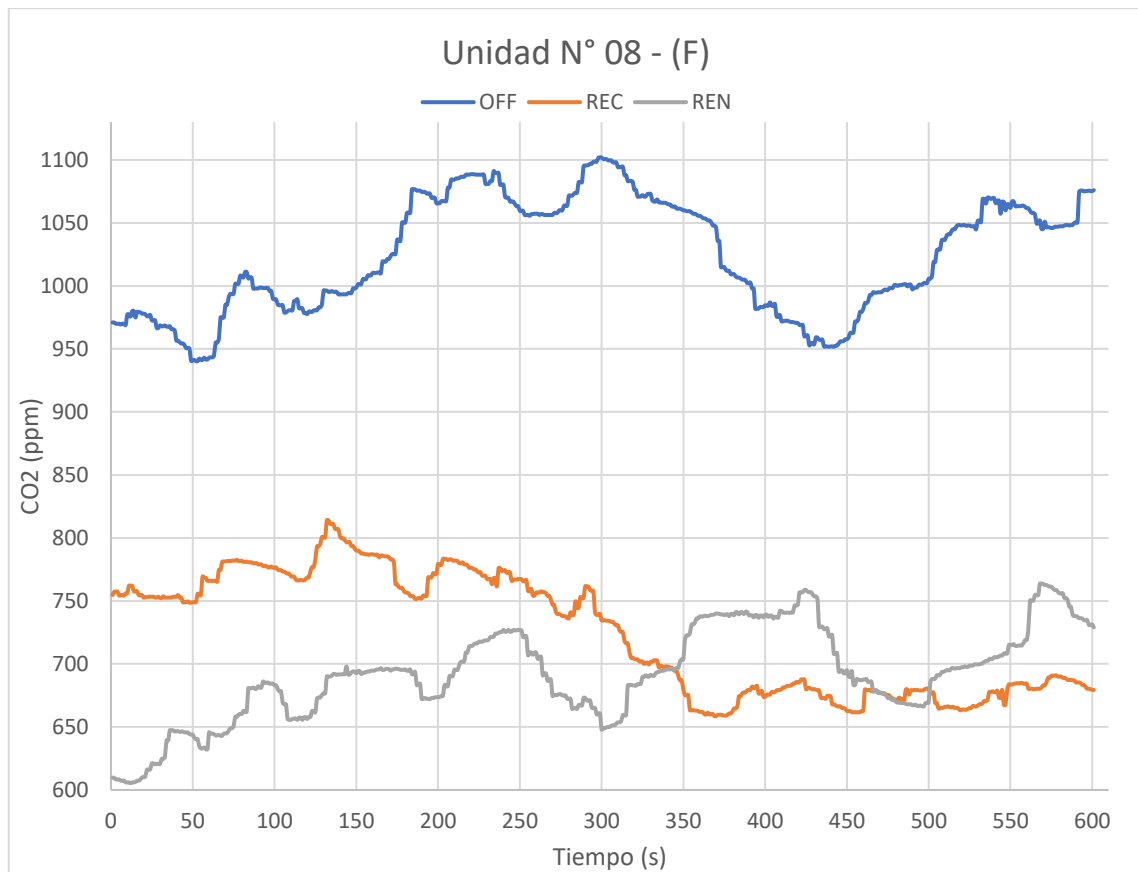


Gráfico 34-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 08- (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 34-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Final (F), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 1100 a 945 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 810 y valores más bajos fue de 660 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 770 y valores más bajos fue de 715 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

3.1.3.9. Unidad N° 09 – Condiciones – Ubicaciones– CO2.

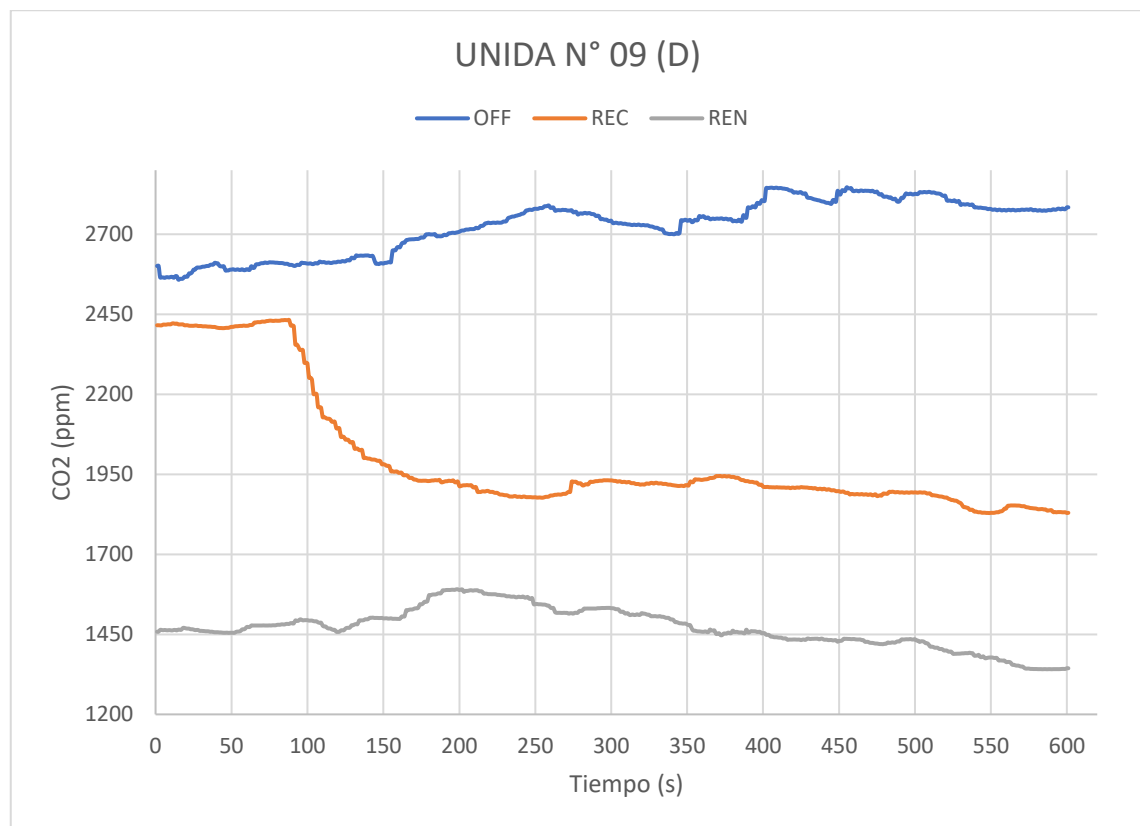


Gráfico 35-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 09- (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 35-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Delantero (D), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 2500 a 3100 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 2400 y valores más bajos fue de 1800 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 1600 y valores más bajos fue de 1350 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

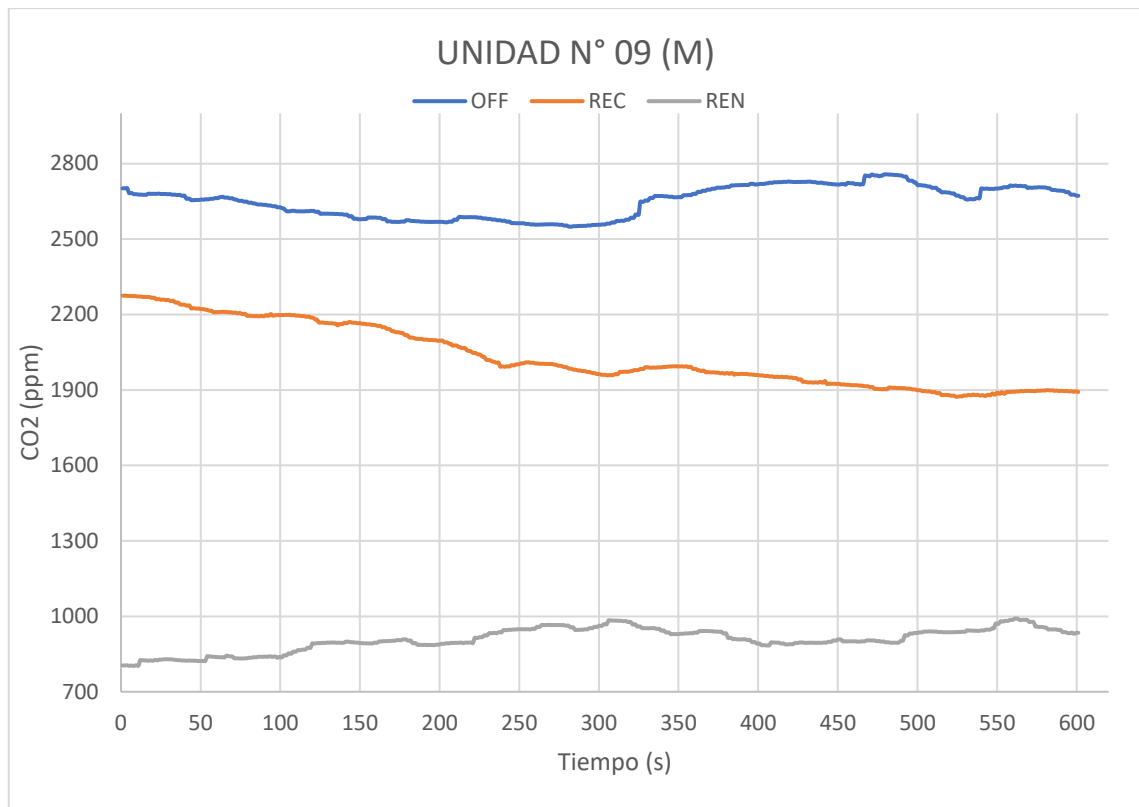


Gráfico 36-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 09- (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 36-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Medio (D), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 2700 a 2785 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 2250 y valores más bajos fue de 1890 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 1000 y valores más bajos fue de 820 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

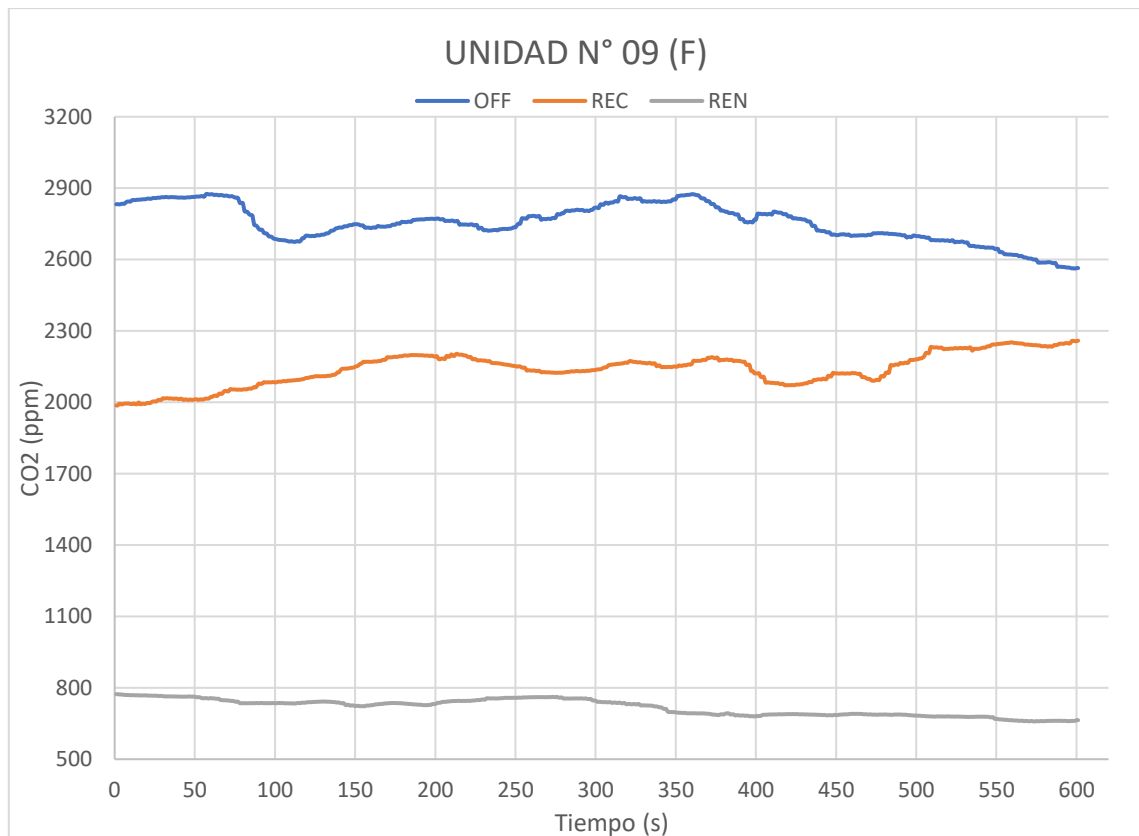


Gráfico 37-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 09- (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 37-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Final (D), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 2850 a 2890 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 2250 y valores más bajos fue de 2000 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 890 y valores más bajos fue de 750 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

3.1.3.10. Unidad N° 10 – Condiciones – Ubicaciones– CO2.

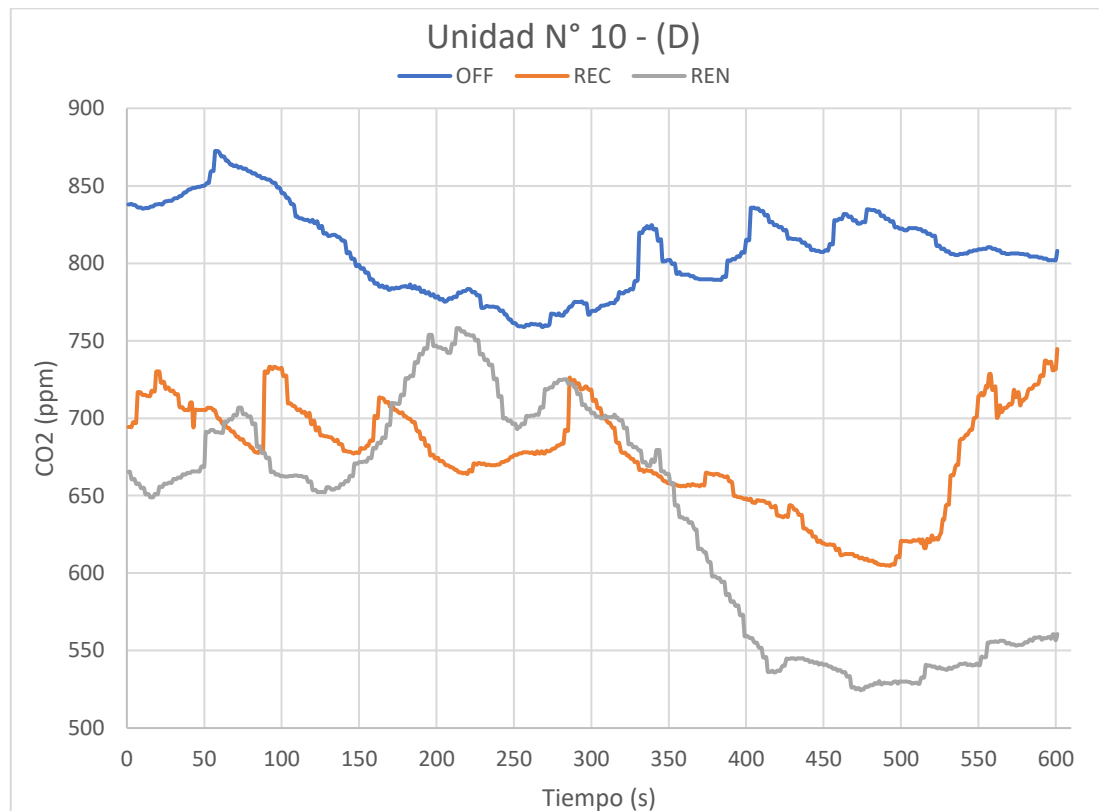


Gráfico 38-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 10- (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 38-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Delantero (D), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 840 a 875 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 740 y valores más bajos fue de 690 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 760 y valores más bajos fue de 530 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

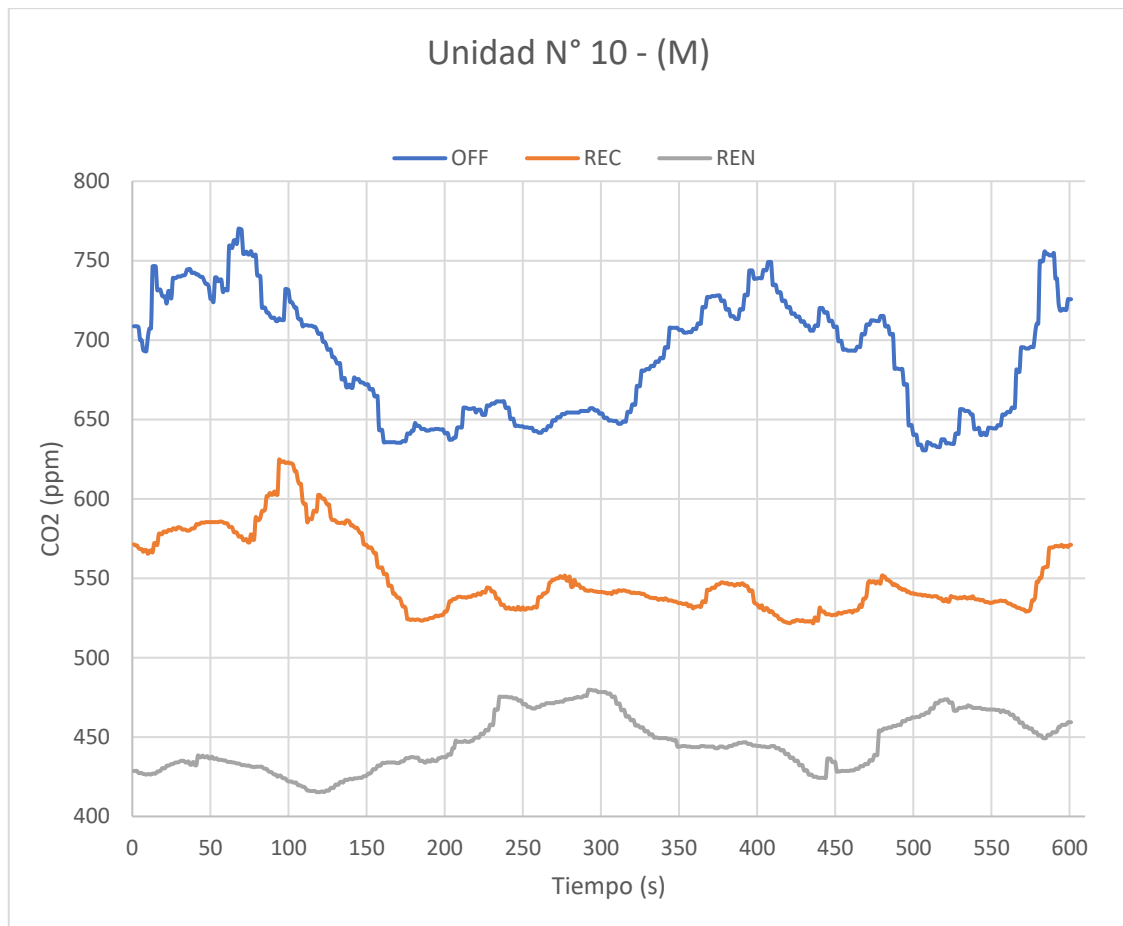


Gráfico 39-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 10- (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 39-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Medio (M), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 710 a 775 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 630 y valores más bajos fue de 520 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 480 y valores más bajos fue de 430 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

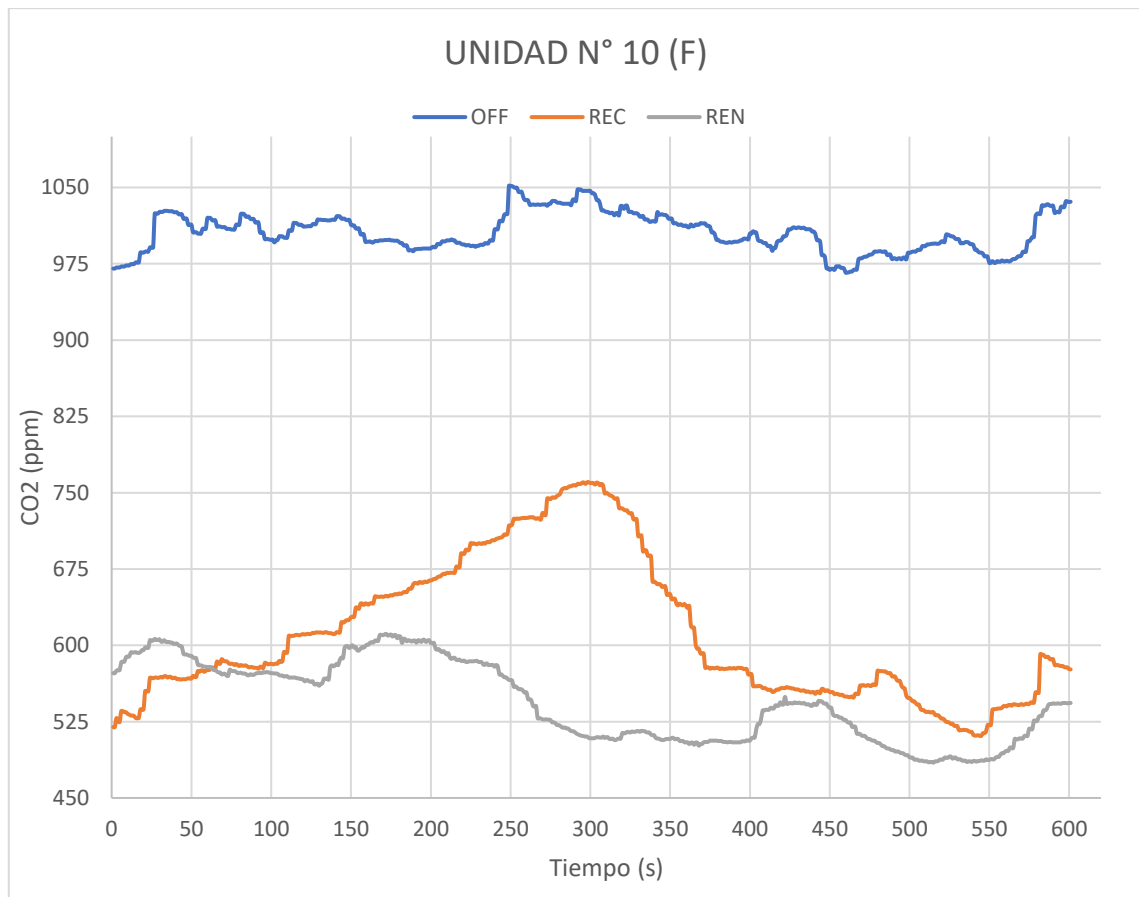


Gráfico 40-3: Comparativa de niveles de CO2 en Unidad N° 10- (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 40-3. Se muestra la representación gráfica de la ubicación Final (F), de los datos obtenidos en las pruebas realizadas, mostrando curvas variables como en el caso de la condición apagado (OFF), donde, se obtuvieron valores altos de CO2 (ppm), en un rango iniciando aproximadamente en 975 a 1050 de CO2 (ppm). En la condición de Recirculación (REC), se obtiene valores en un rango más reducido, donde, como valores máximos se obtuvieron de 760 y valores más bajos fue de 510 de CO2 (ppm). En la condición de Renovación (REN), se obtiene valores en un rango, donde, como valores máximos se obtuvieron de 605 y valores más bajos fue de 475 de CO2 (ppm). En las tres representaciones graficas de, se observa que existe una variación constante.

3.2. Gráficas de Barras.

Para el presente estudio se realizó la comparación de los valores obtenidos de los niveles de concentración de monóxido de carbono y dióxido de carbono, respecto a los valores obtenidos en las otras condiciones de estudio en el sistema de climatización automotriz. De forma identificar en que condición de estudio se obtiene los niveles de concentraciones más elevados, incidiendo directamente en la calidad de aire al interior del habitáculo de pasajeros de un autobús interprovincial.

3.2.1. Gráficas de Barras de CO.

Tenga en cuenta que la configuración de RC conduce a mediciones más constantes de la concentración de CO en comparación con las otras dos configuraciones. Sin embargo, el nivel de contaminación inicial desde la puesta en marcha puede auto contaminarse al inicio del viaje (en este caso, la vigilancia se inició desde la salida del aparcamiento subterráneo). Una vez dentro, los contaminantes transportados por el aire pueden permanecer durante períodos prolongados al recircular el aire (Dirks et al. 2018).

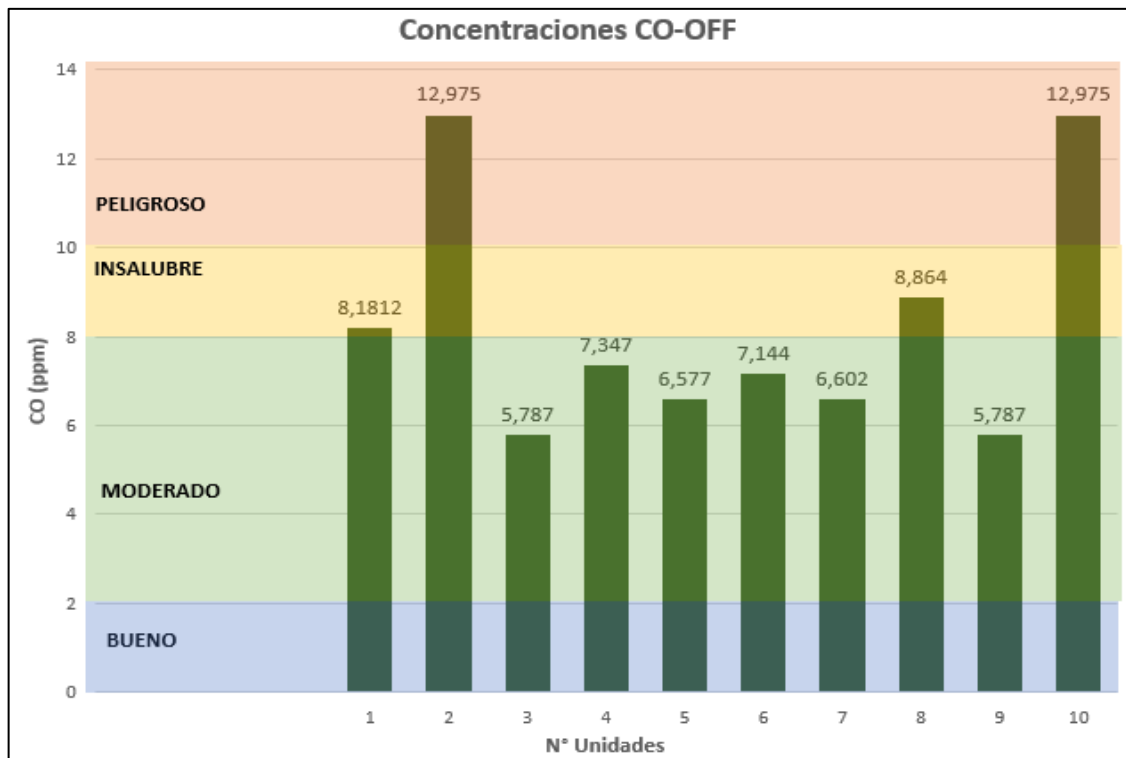


Gráfico 41-3: Comparación de concentración de CO, condición OFF.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 41-3. Con los datos promedios de las mediciones de CO en la función de OFF del sistema de climatización de las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial, se realizó la gráfica para poder ver el comportamiento de niveles de CO de cada unidad y mediante un semáforo observar los niveles de peligro que pueden generar estas concentraciones a los usuarios, en este caso se observó que los niveles de concentraciones la mayoría de las unidades van a estar en el rango de moderados, mientras tanto con dos unidades están en el rango de peligroso.

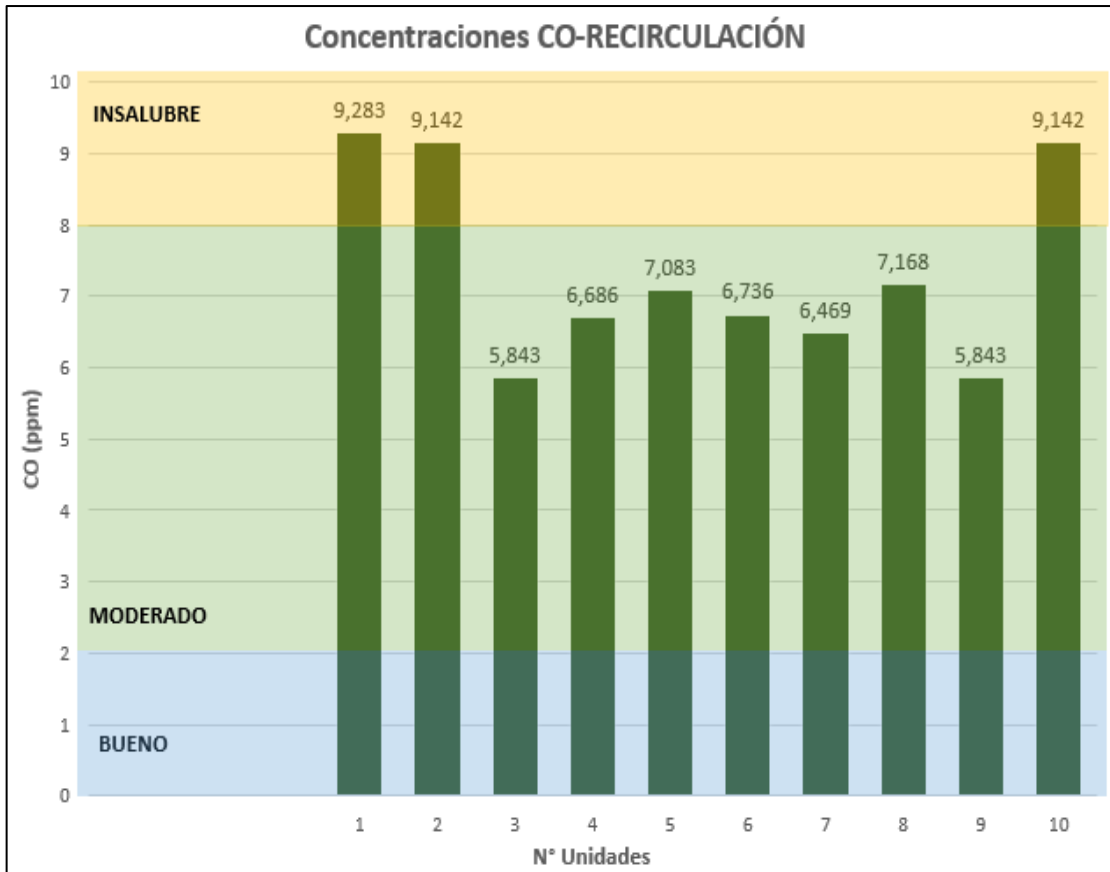


Gráfico 42-3: Comparación de concentración de CO, condición REC.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 42-3. Con los datos promedios de las mediciones de CO en la función de RECIRCULACIÓN de aire del sistema de climatización de las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial, se realizó la gráfica para poder ver el comportamiento de niveles de CO de cada unidad y mediante un semáforo observar los niveles de peligro que pueden generar estas concentraciones a los usuarios, en este caso se observó que los niveles de concentraciones la mayoría de unidades van a estar en el rango de moderados, mientras tanto con 3 unidades están en el rango de insalubre.

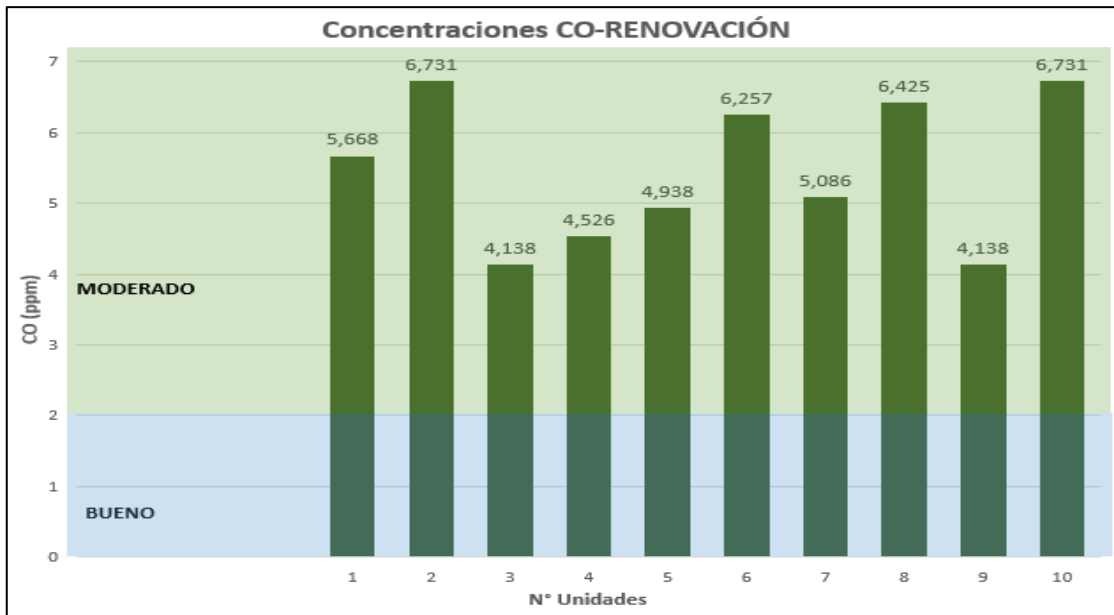


Gráfico 43-3: Comparación de concentración de CO, condición REN.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el gráfico 43-3. Con los datos promedios de las mediciones de CO en la función de RENOVACIÓN de aire del sistema de climatización de las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial, se realizó la gráfica para poder ver el comportamiento de niveles de CO de cada unidad y mediante un semáforo observar los niveles de peligro que pueden generar estas concentraciones a los usuarios, en este caso se observó que los niveles de concentraciones de las 10 unidades están en el rango de moderado.

3.2.1. Gráficas de Barras de CO2.

Una cantidad menor o mayor de vapor de agua hace que el aire se perciba como demasiado seco o demasiado húmedo, respectivamente, se asume que para CO2, se mantienen buenas condiciones cuando su concentración es inferior a 600 ppm. En general, las concentraciones más altas no son bienvenidas y la superación de 1000 ppm es desventajosa para percepción humana (Szczyrek y Maciejewska 2016).

	CO2 ≤ 600 ppm	600 ppm < CO2 ≤ 1000 ppm	CO2 > 1000 ppm
R CO2 < 1.22	Malo	Malo	Malo
0.33 < R CO2 < 1.22 R	Intermedio	Intermedio	Malo
CO2 < 0.33	Bien	Intermedio	Malo

Figura 1-3: Combinaciones de rangos de CO2 concentración.

Fuente: (Szczyrek y Maciejewska 2016).

Para la interpretación de datos, la información debe ser considerada como reducción de incertidumbre sobre una variable, la cual, lo logra al identificar otra variable. Por ejemplo, si X y Y son independientes, entonces conocer a uno de ellos no influirá ninguna información entre ellos, y la información mutua es cero. Por otro lado, si X y Y son funciones deterministas entre sí, entonces conocer una significa tener toda la información sobre la otra automáticamente. En este caso, la información mutua es máxima. La dirección de la relación no es importante porque I es simétrico.

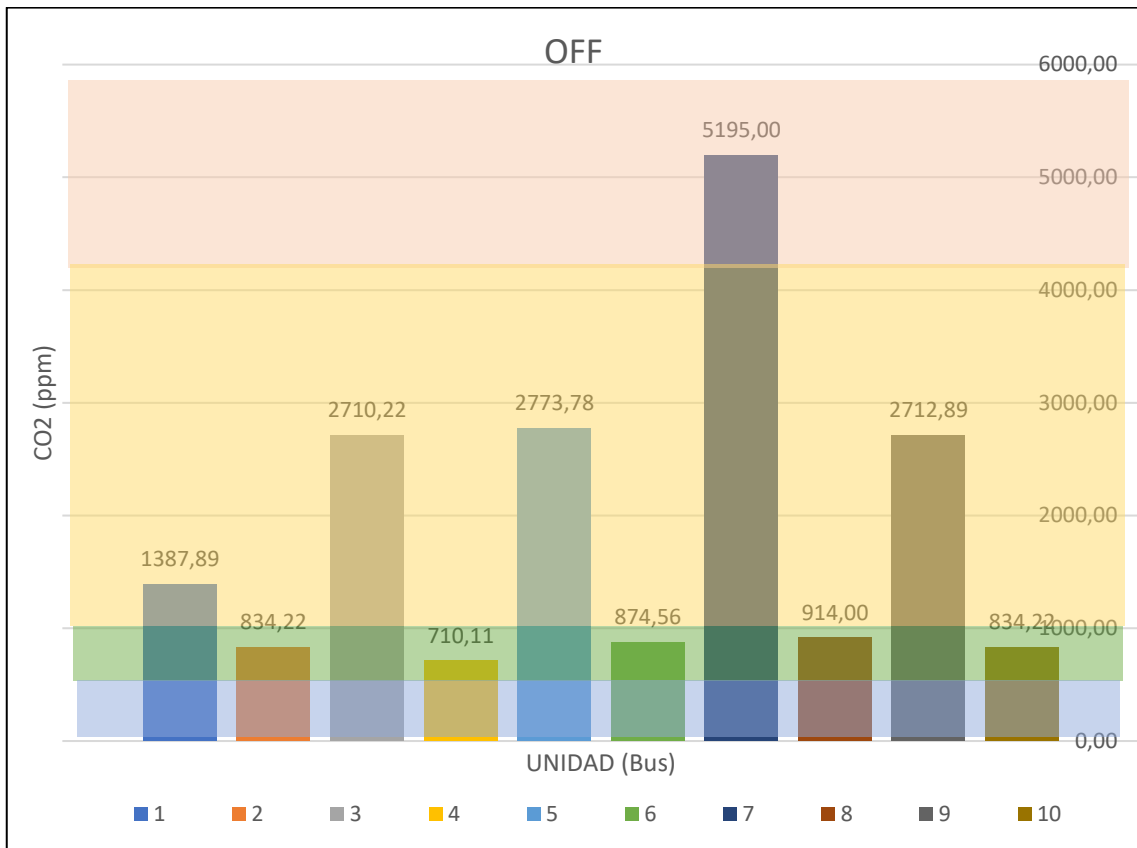


Gráfico 44-3: Comparación de concentración de CO2, condición OFF.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfico 44-3. Se puede evidenciar que, en la condición OFF, obtiene valores elevados de CO2 en la unidad 07, siendo niveles perjudiciales para los diferentes usuarios. Simultáneamente se puede observar que en la unidad 06 se generan datos bajos de niveles de concentración de partículas, los cuales no representan perjudiciales para la salud de los usuarios incidiendo en el confort.

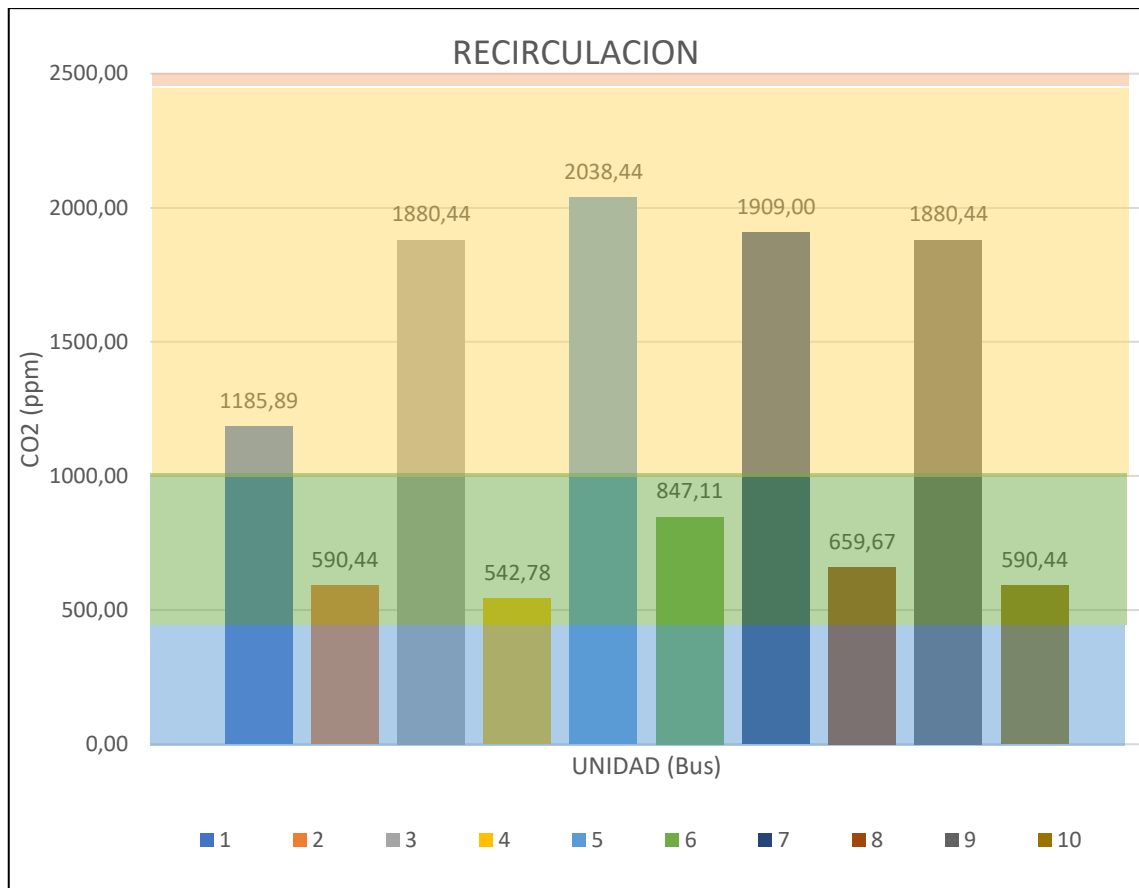


Gráfico 45-3: Comparación de concentración de CO2, condición REC.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfico 45-3. Se puede evidenciar que, en la condición REC, obtiene valores elevados de CO2 en la unidad 05, siendo niveles perjudiciales para los diferentes usuarios. Simultáneamente se puede observar que en la unidad 04 se generan datos bajos de niveles de concentración de partículas, los cuales no representan perjudiciales para la salud de los usuarios incidiendo en el confort.

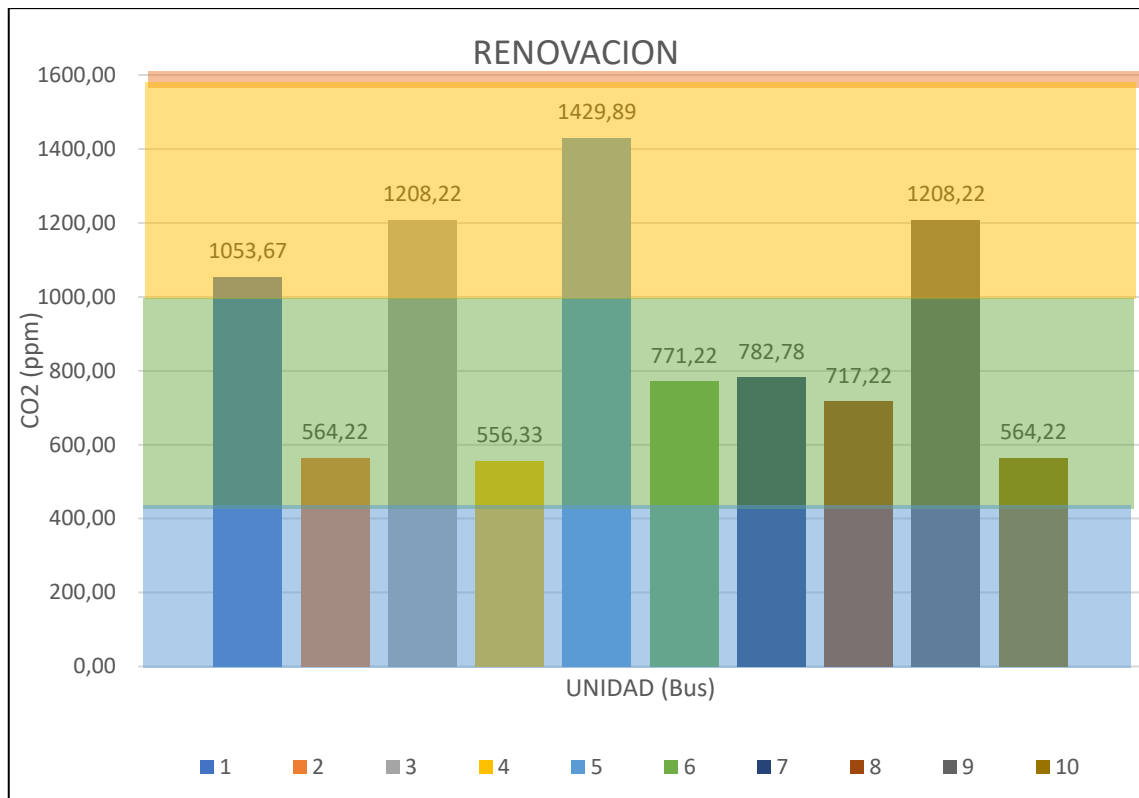


Gráfico 46-3: Comparación de concentración de CO2, condición REN.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfico 46-3. Se puede evidenciar que, en la condición REN, obtiene valores elevados de CO2 en la unidad 05, siendo niveles perjudiciales para los diferentes usuarios. Simultáneamente se puede observar que en la unidad 04 se generan datos bajos de niveles de concentración de partículas, los cuales no representan perjudiciales para la salud de los usuarios incidiendo en el confort.

3.3. Análisis estadístico ANOVA concentraciones CO.

3.3.1. ANOVA de un solo factor: OFF U1; OFF U2; OFF U3; OFF ... U9; OFF U10.

Tabla 3-3: Método función OFF.

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el siguiente trabajo de investigación se realizó el análisis estadístico con el método ANOVA de un solo factor, comparando todas las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial con el sistema de climatización automotriz apagado o en su función OFF, este método proporciona tanto una hipótesis nula y una hipótesis alterna, su nivel de significancia va hacer de 0,05, donde se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Tabla 4-3: Información del factor función OFF.

Factor	Niveles	Valores
Factor	10	OFF U1; OFF U2; OFF U3; OFF U4; OFF U5; OFF U6; OFF U7; OFF U8; OFF U9; OFF U10

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 5-3: Análisis de Varianza función OFF.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	9	52031	5781,27	2926,32	0,000
Error	54080	106841	1,98		
Total	54089	158873			

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 6-3: Resumen del modelo función OFF.

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,40557	32,75%	32,74%	32,73%

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 7-3: Medias función OFF.

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
OFF U1	5409	5,66853	0,69824	(5,63108; 5,70599)
OFF U2	5409	6,7316	1,3664	(6,6942; 6,7691)
OFF U3	5409	4,13862	0,54775	(4,10116; 4,17608)
OFF U4	5409	4,5260	1,3113	(4,4886; 4,5635)
OFF U5	5409	4,9388	1,2659	(4,9013; 4,9762)

OFF U6	5409	6,2574	2,2328	(6,2199; 6,2949)
OFF U7	5409	5,0861	0,7693	(5,0486; 5,1235)
OFF U8	5409	6,4259	2,4562	(6,3884; 6,4633)
OFF U9	5409	4,13947	0,54815	(4,10201; 4,17693)
OFF U10	5409	6,7315	1,3670	(6,6940; 6,7690)

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la siguiente tabla. según el análisis estadístico da como resultado el número de muestras que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial cuando el sistema de climatización automotriz está en su función de OFF, también proporciona la media de cada una de las unidades y finalmente menciona el IC del 95%, la desviación estándar que es de 1,40557.

3.3.2. Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO.

Tabla 8-3: Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% función OFF.

Factor	N	Media	Agrupación							
OFF U2	5409	6,7316	A							
OFF U10	5409	6,7315	A							
OFF U8	5409	6,4259		B						
OFF U6	5409	6,2574			C					
OFF U1	5409	5,66853				D				
OFF U7	5409	5,0861					E			
OFF U5	5409	4,9388						F		
OFF U4	5409	4,5260							G	
OFF U9	5409	4,13947								H
OFF U3	5409	4,13862								H

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la siguiente tabla. según el análisis estadístico da como resultado el número de muestras que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial cuando el sistema de climatización automotriz está en su función de OFF, también proporciona la media de cada una de las unidades y finalmente menciona las agrupaciones donde las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

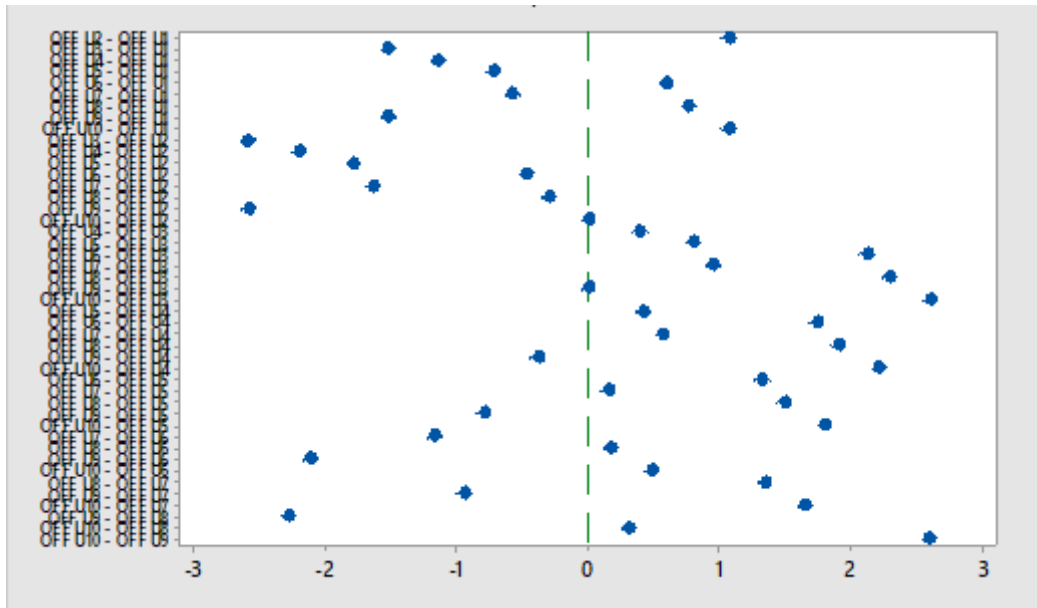


Gráfico 47-3: ICs individuales del 95% de Fisher OFF.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfico 47-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial cuando el sistema de climatización automotriz está en su función de OFF, la representación de esta grafica menciona que, si un intervalo no contiene ceros, las medidas correspondientes son significativamente diferentes.

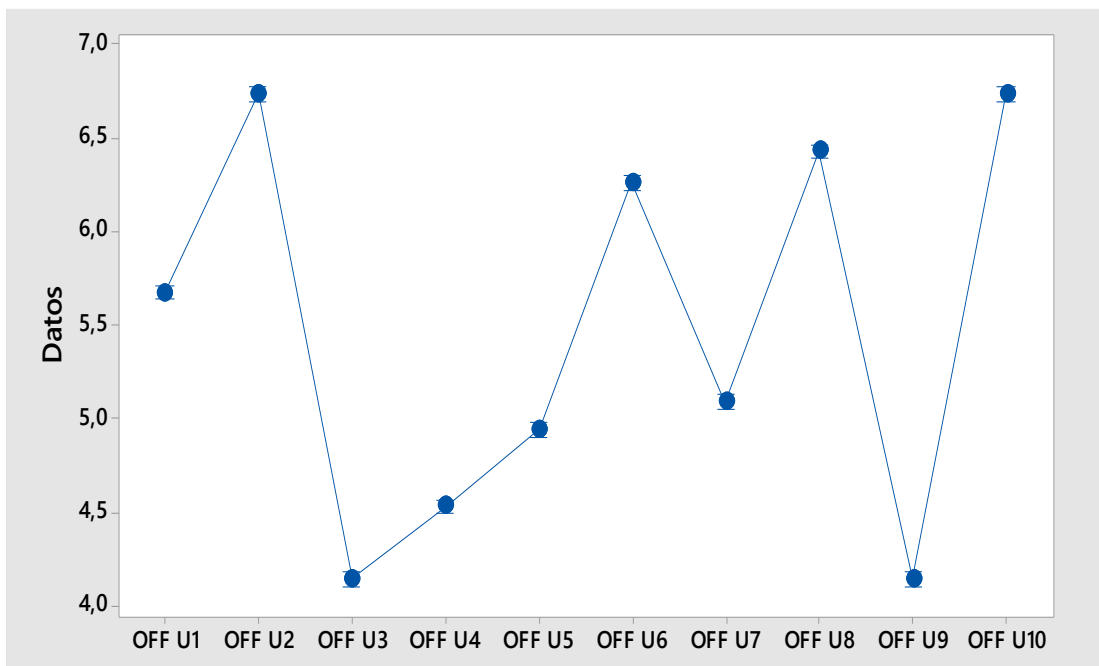


Gráfico 48-3. Intervalos OFF.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 48-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial cuando el sistema de climatización automotriz está en su función de OFF, la representación de esta grafica menciona que, la desviación estándar de cada unidad que esta agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

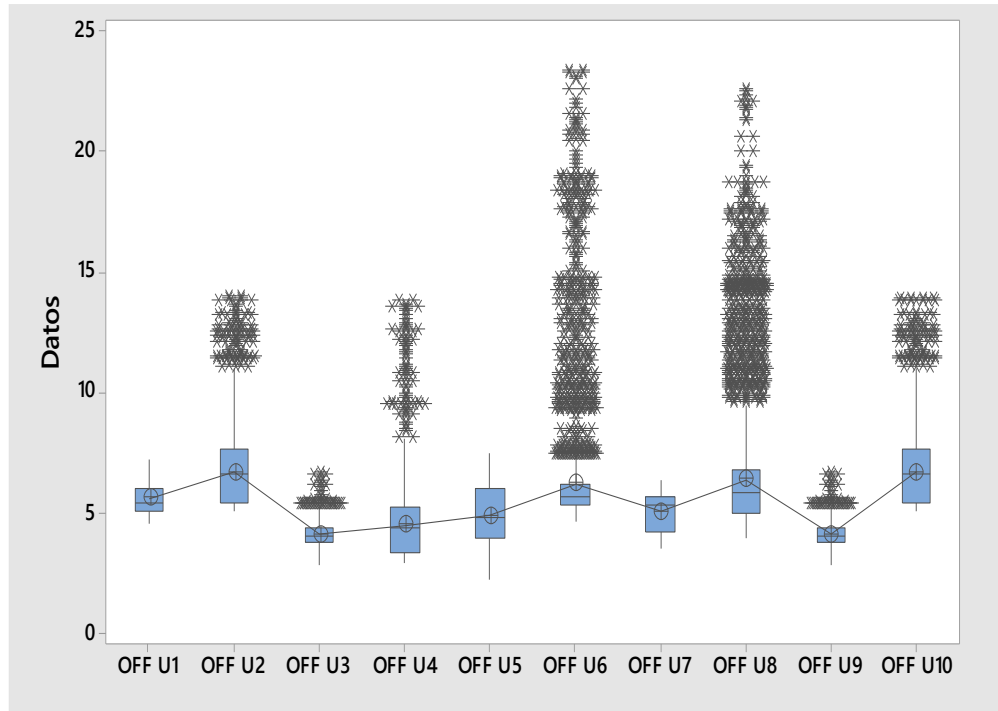


Gráfico 49-3: Cajas de OFF.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfico 49-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial cuando el sistema de climatización automotriz está en su función de OFF, la representación de esta grafica menciona que, en las diferentes unidades se obtendrá valores atípicos con un nivel alto y en otras con un nivel bajo.

3.3.3. ANOVA de un solo factor: REC U1; REC U2; REC U3; REC ... U9; REC U10.

Tabla 9-3: Método función Recirculación de aire.

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el siguiente trabajo de investigación se realizó el análisis estadístico con el método ANOVA de un solo factor, comparando todas las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial con el sistema de climatización automotriz apagado o en su función RECIRCULACIÓN de aire, este método proporciona tanto una hipótesis nula y una hipótesis alterna, su nivel de significancia va a hacer de 0,05, donde se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Tabla 10-3: Información del factor función Recirculación de aire.

Factor	Niveles	Valores
Factor	10	REC U1; REC U2; REC U3; REC U4; REC U5; REC U6; REC U7; REC U8; REC U9; REC U10

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 11-3: Análisis de Varianza función Recirculación de aire.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	9	88673	9852,57	10380,58	0,000
Error	54080	51329	0,95		
Total	54089	140002			

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 12-3: Resumen del modelo función Recirculación de aire.

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,974236	63,34%	63,33%	63,32%

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 13-3: Medias función Recirculación de aire.

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
REC U1	5409	9,2837	1,1671	(9,2577; 9,3097)
REC U2	5409	9,1422	1,2482	(9,1162; 9,1681)
REC U3	5409	5,84395	0,52949	(5,81798; 5,86991)
REC U4	5409	6,6861	1,5147	(6,6602; 6,7121)
REC U5	5409	7,08305	0,23873	(7,05708; 7,10901)

REC U6	5409	6,73688	0,57442	(6,71092; 6,76285)
REC U7	5409	6,4693	1,0579	(6,4434; 6,4953)
REC U8	5409	7,1690	0,8080	(7,1430; 7,1949)
REC U9	5409	5,84415	0,52956	(5,81819; 5,87011)
REC U10	5409	9,1421	1,2478	(9,1161; 9,1681)

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la siguiente tabla. según el análisis estadístico da como resultado el número de muestras que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial cuando el sistema de climatización automotriz está en su función de RECIRCULACIÓN de aire, también proporciona la media de cada una de las unidades y finalmente menciona el IC del 95%, la desviación estándar que es de 0,9742236.

3.3.4. Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO.

Tabla 14-3: Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% función Recirculación de aire.

Factor	N	Media	Agrupación							
REC U1	5409	9,2837	A							
REC U2	5409	9,1422		B						
REC U10	5409	9,1421		B						
REC U8	5409	7,1690			C					
REC U5	5409	7,08305				D				
REC U6	5409	6,73688					E			
REC U4	5409	6,6861						F		
REC U7	5409	6,4693							G	
REC U9	5409	5,84415								H
REC U3	5409	5,84395								H

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la siguiente tabla. según el análisis estadístico da como resultado el número de muestras que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial cuando el sistema de climatización automotriz está en su función de RECIRCULACIÓN de aire, también proporciona

la media de cada una de las unidades y finalmente menciona las agrupaciones donde las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

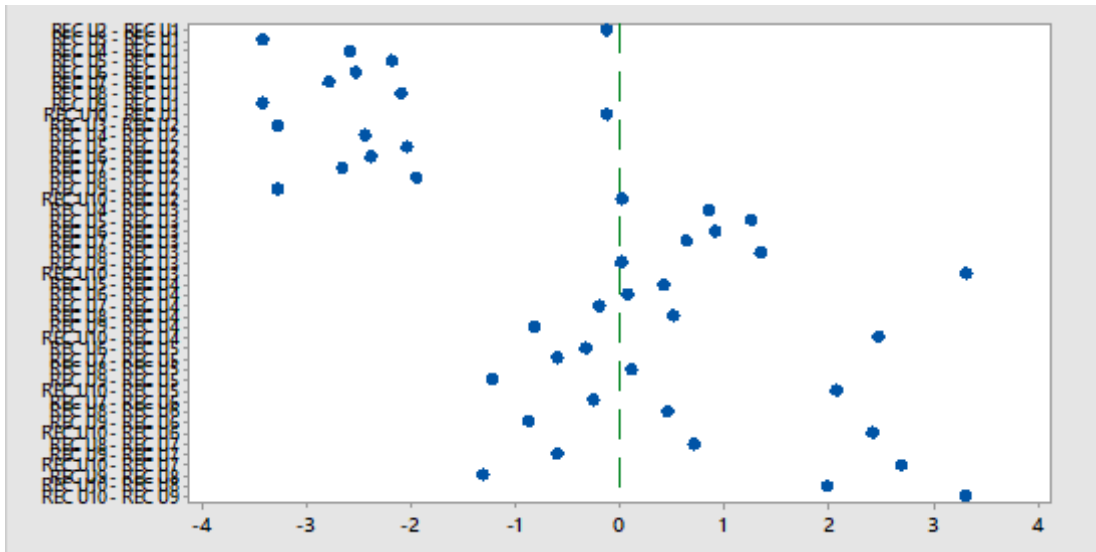


Gráfico 50-3: ICs individuales del 95% de Fisher REC.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfico 50-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial cuando el sistema de climatización automotriz está en su función de RECIRCULACIÓN de aire, la representación de esta grafica menciona que, si un intervalo no contiene ceros, las medidas correspondientes son significativamente diferentes.

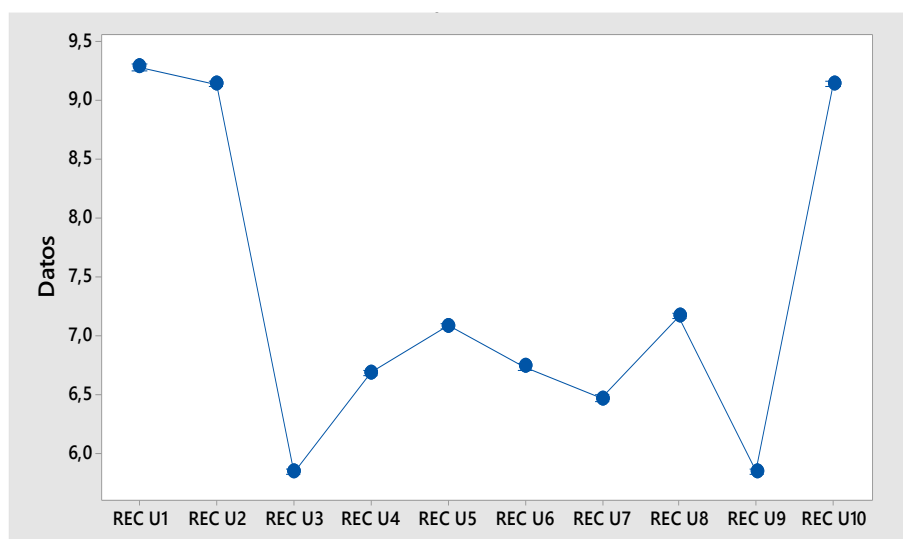


Gráfico 51-3: Intervalos de REC.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfico 51-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial cuando el sistema de climatización automotriz está en su función de RECIRCULACIÓN de aire, la representación de esta grafica menciona que, la desviación estándar de cada unidad que esta agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

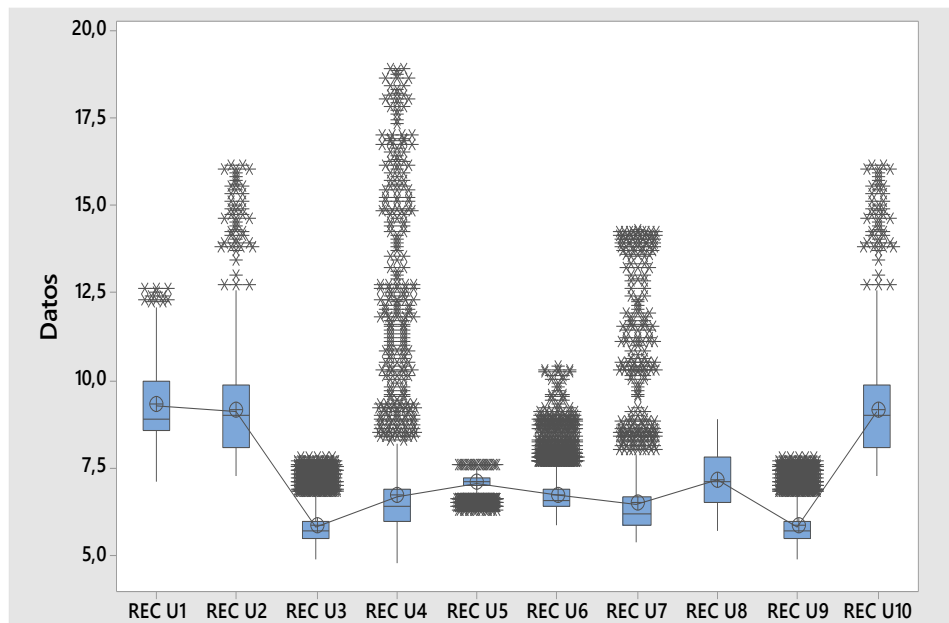


Gráfico 52-3: Cajas de REC.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 52-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial cuando el sistema de climatización automotriz está en su función de RECIRCULACIÓN de aire, la representación de esta grafica menciona que, en las diferentes unidades se obtendrá valores atípicos con un nivel alto y en otras con un nivel bajo.

3.3.5. ANOVA de un solo factor: REN U1; REN U2; REN U3; REN ... 9; REN U10.

Tabla 15-3: Método función Renovación de aire.

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el siguiente trabajo de investigación se realizó el análisis estadístico con el método ANOVA de un solo factor, comparando todas las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial con el sistema de climatización automotriz apagado o en su función RENOVACIÓN de aire, este método proporciona tanto una hipótesis nula y una hipótesis alterna, su nivel de significancia va a ser de 0,05, donde se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Tabla 16-3: Información del factor función Renovación de aire.

Factor	Niveles	Valores
Factor	10	REN U1; REN U2; REN U3; REN U4; REN U5; REN U6; REN U7; REN U8; REN U9; REN U10

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 17-3: Análisis de Varianza función Renovación de aire.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	9	350009	38889,9	26785,30	0,000
Error	54080	78519	1,5		
Total	54089	428529			

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 18-3: Resumen del modelo función Renovación de aire.

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,20495	81,68%	81,67%	81,67%

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 19-3: Medias función Renovación de aire.

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
REN U1	5409	8,1812	1,7128	(8,1491; 8,2133)
REN U2	5409	12,9753	2,1422	(12,9432; 13,0074)
REN U3	5409	5,78715	0,60260	(5,75504; 5,81926)
REN U4	5409	7,34709	0,66584	(7,31498; 7,37920)
REN U5	5409	6,57791	0,27060	(6,54580; 6,61002)

REN U6	5409	7,14439	0,51184	(7,11228; 7,17650)
REN U7	5409	6,60216	0,47596	(6,57005; 6,63428)
REN U8	5409	8,8644	0,8220	(8,8322; 8,8965)
REN U9	5409	5,78809	0,60322	(5,75598; 5,82021)
REN U10	5409	12,9754	2,1421	(12,9433; 13,0075)

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la siguiente tabla. según el análisis estadístico da como resultado el número de muestras que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial cuando el sistema de climatización automotriz está en su función de RENOVACIÓN de aire, también proporciona la media de cada una de las unidades y finalmente menciona el IC del 95%, la desviación estándar que es de 1,20495.

3.3.5.1. Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO.

Tabla 20-3: Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% función Renovación de aire.

Factor	N	Media	Agrupación						
REN U10	5409	12,9754	A						
REN U2	5409	12,9753	A						
REN U8	5409	8,8644		B					
REN U1	5409	8,1812			C				
REN U4	5409	7,34709				D			
REN U6	5409	7,14439					E		
REN U7	5409	6,60216						F	
REN U5	5409	6,57791						F	
REN U9	5409	5,78809							G
REN U3	5409	5,78715							G

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la siguiente tabla. según el análisis estadístico da como resultado el número de muestras que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial cuando el sistema de climatización automotriz está en su función de RENOVACIÓN de aire, también proporciona la

media de cada una de las unidades y finalmente menciona las agrupaciones donde las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

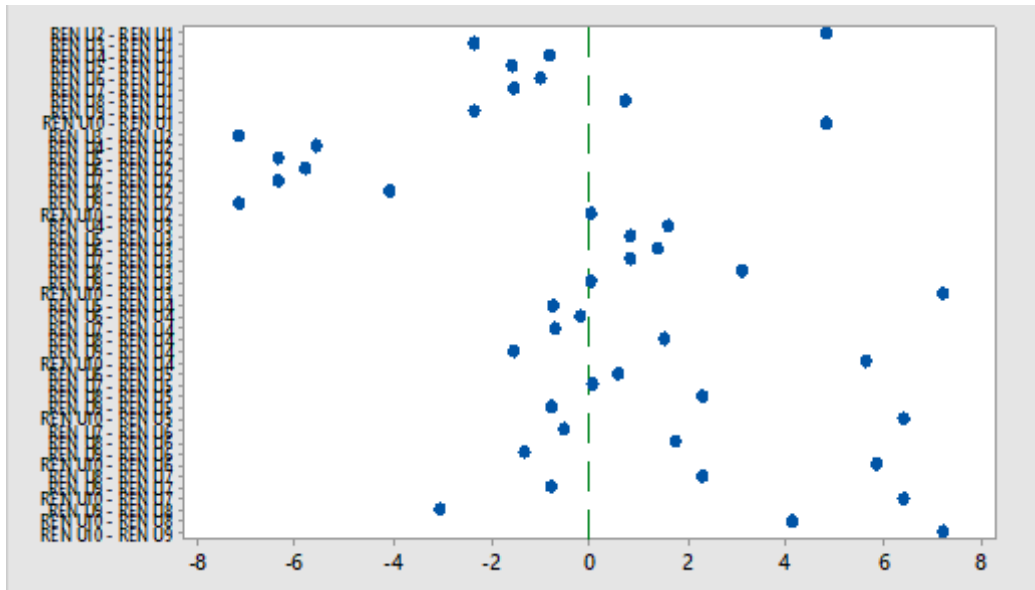


Gráfico 53-3: ICs individuales del 95% de Fisher REN.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfico 53-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial cuando el sistema de climatización automotriz está en su función de RENOVACIÓN de aire, la representación de esta grafica menciona que, si un intervalo no contiene ceros, las medidas correspondientes son significativamente diferentes.

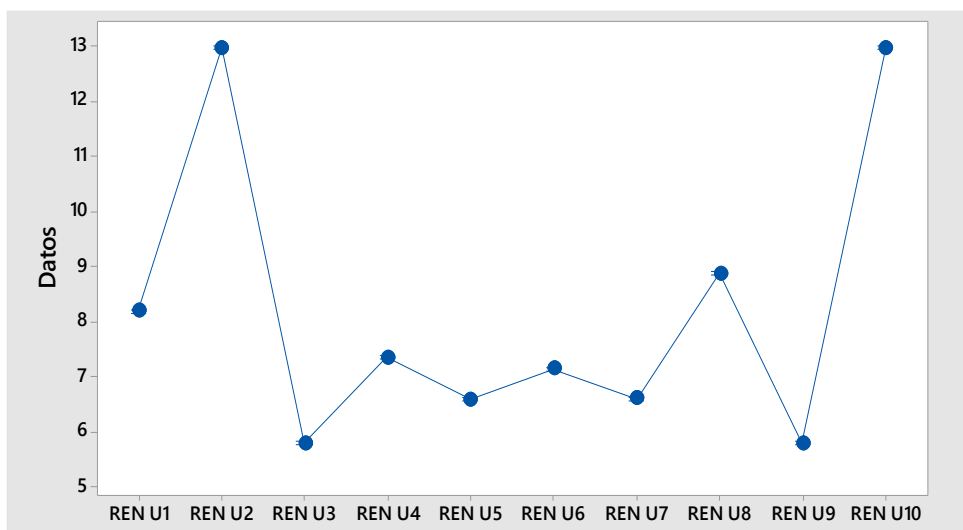


Gráfico 54-3: ICs Intervalos de REN.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfico 54-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial cuando el sistema de climatización automotriz está en su función de RENOVACIÓN de aire, la representación de esta grafica menciona que, la desviación estándar de cada unidad que esta agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

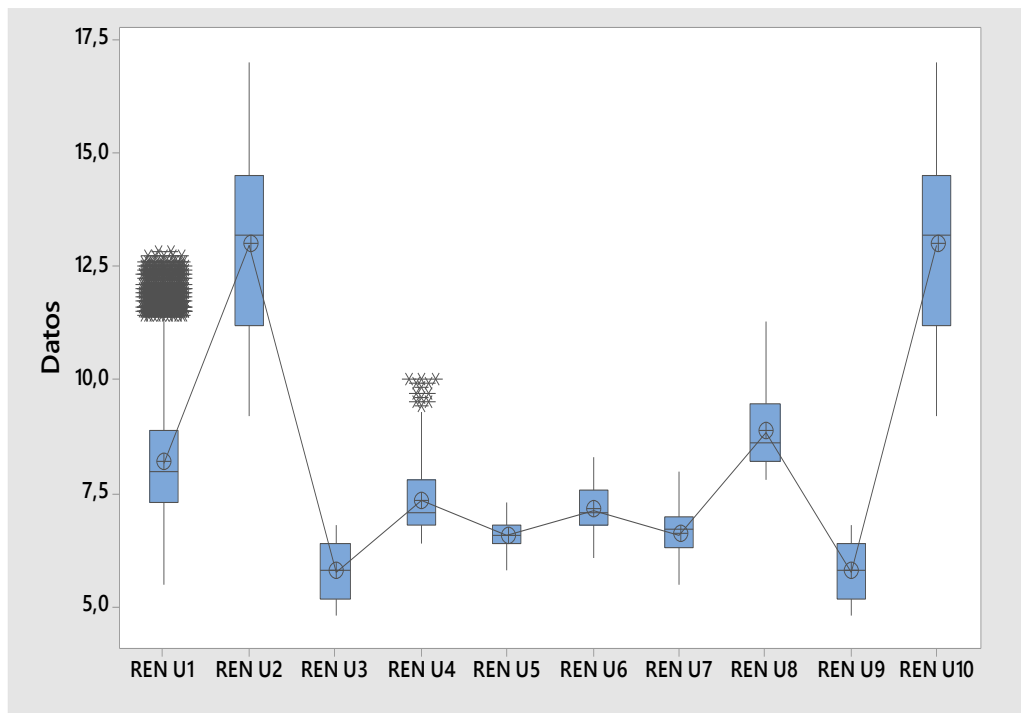


Gráfico 55-3: Cajas de REN.

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfico 55-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial cuando el sistema de climatización automotriz está en su función de RENOVACIÓN de aire, la representación de esta grafica menciona que, en las diferentes unidades se obtendrá valores atípicos con un nivel alto y en otras con un nivel bajo.

3.3.6. Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en OFF – (D).

3.3.6.1. ANOVA de un solo factor: Unidad 01; Unidad 02; Unidad ...; Unidad 10.

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

En el presente trabajo de investigación, se realizó un análisis estadístico con el método ANOVA de un solo factor, permitiendo realizar la comparación simultánea, de las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial, utilizadas para la recolección de datos en las pruebas realizadas. Con el sistema de climatización automotriz apago o en condición OFF, en la ubicación delantera (D) con una altura del equipo constante de 1,1 m respecto al piso del habitáculo de pasajeros, este método proporciona tanto una hipótesis nula y una hipótesis alterna, su nivel de significancia va hacer de 0,05, donde se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Tabla 21-3: Información del factor condición OFF – CO2 – (D).

Factor	Niveles	Valores
Factor	10	Unidad 01; Unidad 02; Unidad 03; Unidad 04; Unidad 05; Unidad 06; Unidad 07; Unidad 08; Unidad 09; Unidad 10

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 22-3: Análisis de Varianza condición OFF – CO2 – (D).

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	9	6615203132	735022570	98062,06	0,000
Error	6000	44972901	7495		
Total	6009	6660176033			

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 23-3: Resumen del modelo condición OFF – CO2 – (D).

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
86,5765	99,32%	99,32%	99,32%

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 24-3: Medias condición OFF – CO2 – (D).

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
OFF U 01	601	1642,02	157,96	(1635,10; 1648,94)
OFF U 02	601	808,57	27,70	(801,64; 815,49)
OFF U 03	601	2725,85	83,63	(2718,93; 2732,78)
OFF U 04	601	693,896	14,640	(686,973; 700,819)
OFF U 05	601	2082,59	134,66	(2075,67; 2089,51)
OFF U 06	601	947,69	41,56	(940,77; 954,62)
OFF U 07	601	3891,35	91,52	(3884,42; 3898,27)
OFF U 08	601	814,03	77,65	(807,10; 820,95)
OFF U 09	601	2725,85	83,63	(2718,93; 2732,78)
OFF U 10	601	808,57	27,70	(801,64; 815,49)

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la tabla 24-3. Con el análisis realizado se obtiene como resultado el número de muestras realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de OFF – CO2 – (D), por medio de los datos adquiridos se procede a generar la media con el IC del 95% y su desviación estándar agrupada de 86,5765.

3.3.6.2. Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO2 en OFF – (D).

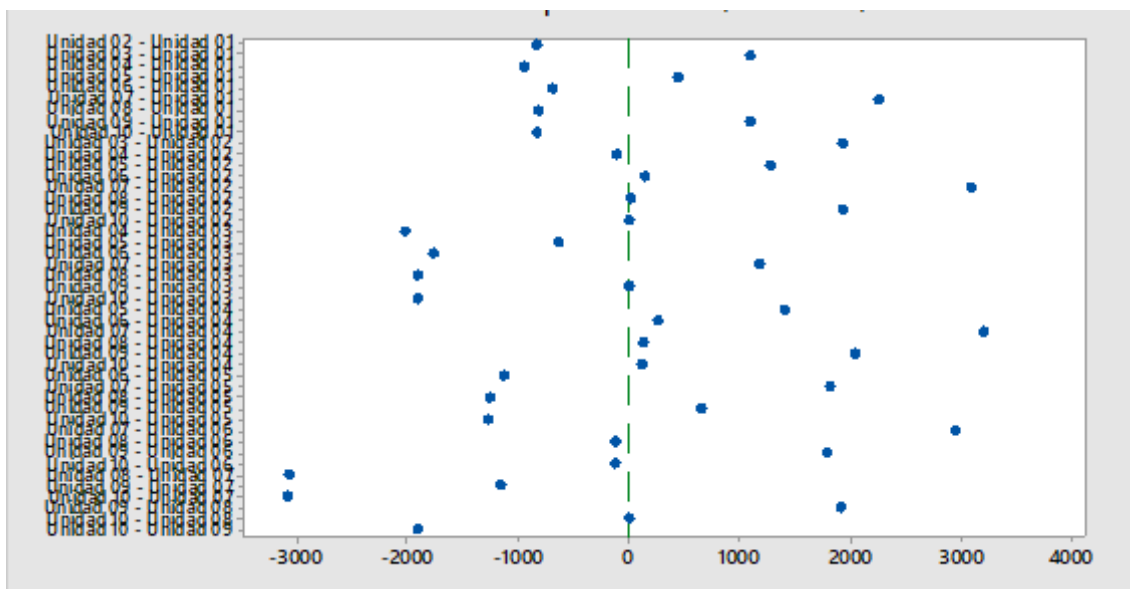
Tabla 25-3: Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición OFF.

Factor	N	Media	Agrupación					
OFF U 07	601	3891,35	A					
OFF U 09	601	2725,85	B					

OFF U 03	601	2725,85		B					
OFF U 05	601	2082,59			C				
OFF U 01	601	1642,02				D			
OFF U 06	601	947,69					E		
OFF U 08	601	814,03						F	
OFF U 10	601	808,57						F	
OFF U 02	601	808,57						F	
OFF U 04	601	693,896							G

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

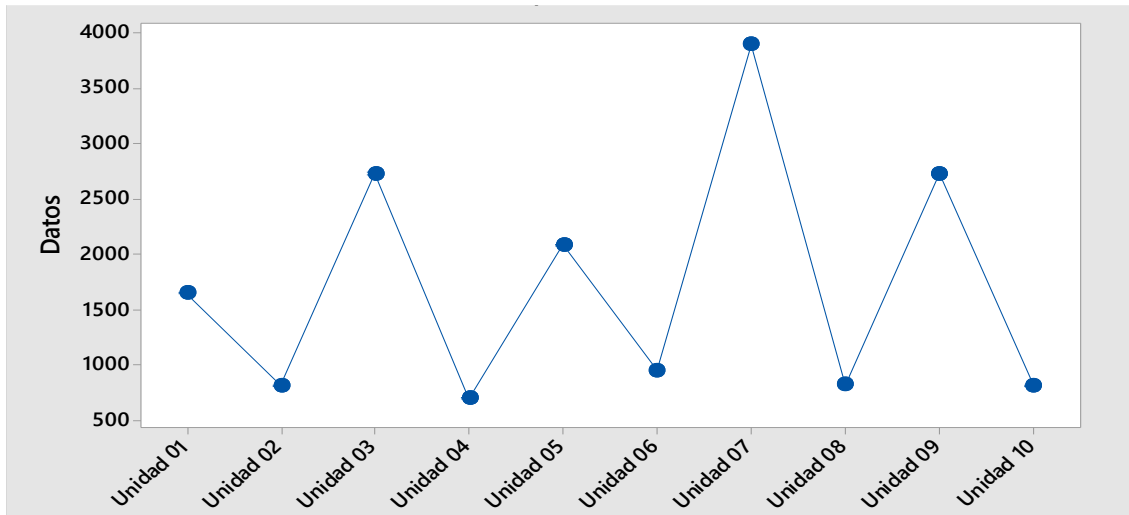
En la tabla anterior, Tabla 25-3. Obtenida del análisis aplicado, a los datos recolectados de las pruebas realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, en la condición de OFF – CO2 – (D), del sistema de climatización automotriz, simultáneamente muestra la media de cada unidad y consecuentemente presenta las agrupaciones donde las medias de algunas unidades no comparten alguna similitud. Demostrando que las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Gráfica 56-3: ICs individuales del 95% de Fisher OFF – CO2 – (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 56-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de OFF – CO2 – (D), la representación de esta gráfica menciona que, si un intervalo no contiene ceros, las medidas correspondientes son significativamente diferentes.



Gráfica 57-3: Intervalos de OFF – CO2 – (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 57-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de OFF – CO2 – (D), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se utilizó para calcular los intervalos.



Gráfica 58-3. Cajas de OFF- CO2 – (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 58-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de OFF – CO2 – (D), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se observa valores atípicos con un nivel alto y en otras con valores bajos.

3.3.7. Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en OFF – (M).

3.3.7.1. ANOVA de un solo factor: OFF-M-01; OFF-M-02; ... FF-M-09; OFF-M-10.

Tabla 26-3: Método función OFF – CO2 (M).

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En el presente trabajo de investigación, se realizó un análisis estadístico con el método ANOVA de un solo factor, permitiendo realizar la comparación simultánea, de las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial, utilizadas para la recolección de datos en las pruebas realizadas. Con el sistema de climatización automotriz apago o en condición OFF, en la ubicación, Medio (M) con una altura del equipo constante de 1,1 m respecto al piso del habitáculo de pasajeros, este método proporciona tanto una hipótesis nula y una hipótesis alterna, su nivel de significancia va hacer de 0,05, donde se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Tabla 27-3: Información del factor de condición OFF – CO2 (M).

Factor	Niveles	Valores
Factor	10	OFF-M-01; OFF-M-02; OFF-M-03; OFF-M-04; OFF-M-05; OFF-M-06; OFF-M-07; OFF-M-08; OFF-M-09; OFF-M-10

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 28-3: Análisis de Varianza de condición OFF – CO2 (M).

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	9	13251813307	1472423701	174590,44	0,000
Error	6000	50601523	8434		
Total	6009	13302414830			

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 29-3: Resumen del modelo de condición OFF – CO2 (M).

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
91,8346	99,62%	99,62%	99,62%

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 30-3: Medias de condición OFF – CO2 (M).

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
OFF-M-01	601	1141,71	50,73	(1134,36; 1149,05)
OFF-M-02	601	688,12	37,95	(680,78; 695,47)
OFF-M-03	601	2650,47	62,82	(2643,12; 2657,81)
OFF-M-04	601	752,010	22,892	(744,666; 759,354)
OFF-M-05	601	3183,00	47,06	(3175,65; 3190,34)
OFF-M-06	601	1016,70	34,24	(1009,36; 1024,04)
OFF-M-07	601	5460,4	255,5	(5453,1; 5467,7)
OFF-M-08	601	903,96	42,26	(896,61; 911,30)
OFF-M-09	601	2650,47	62,82	(2643,12; 2657,81)
OFF-M-10	601	688,12	37,95	(680,78; 695,47)

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la tabla 30-3. Con el análisis realizado se obtiene como resultado el número de muestras realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización

automotriz en la condición de OFF– CO2 (M), por medio de los datos adquiridos se procede a generar la media con el IC del 95% y su desviación estándar agrupada de 91,8346

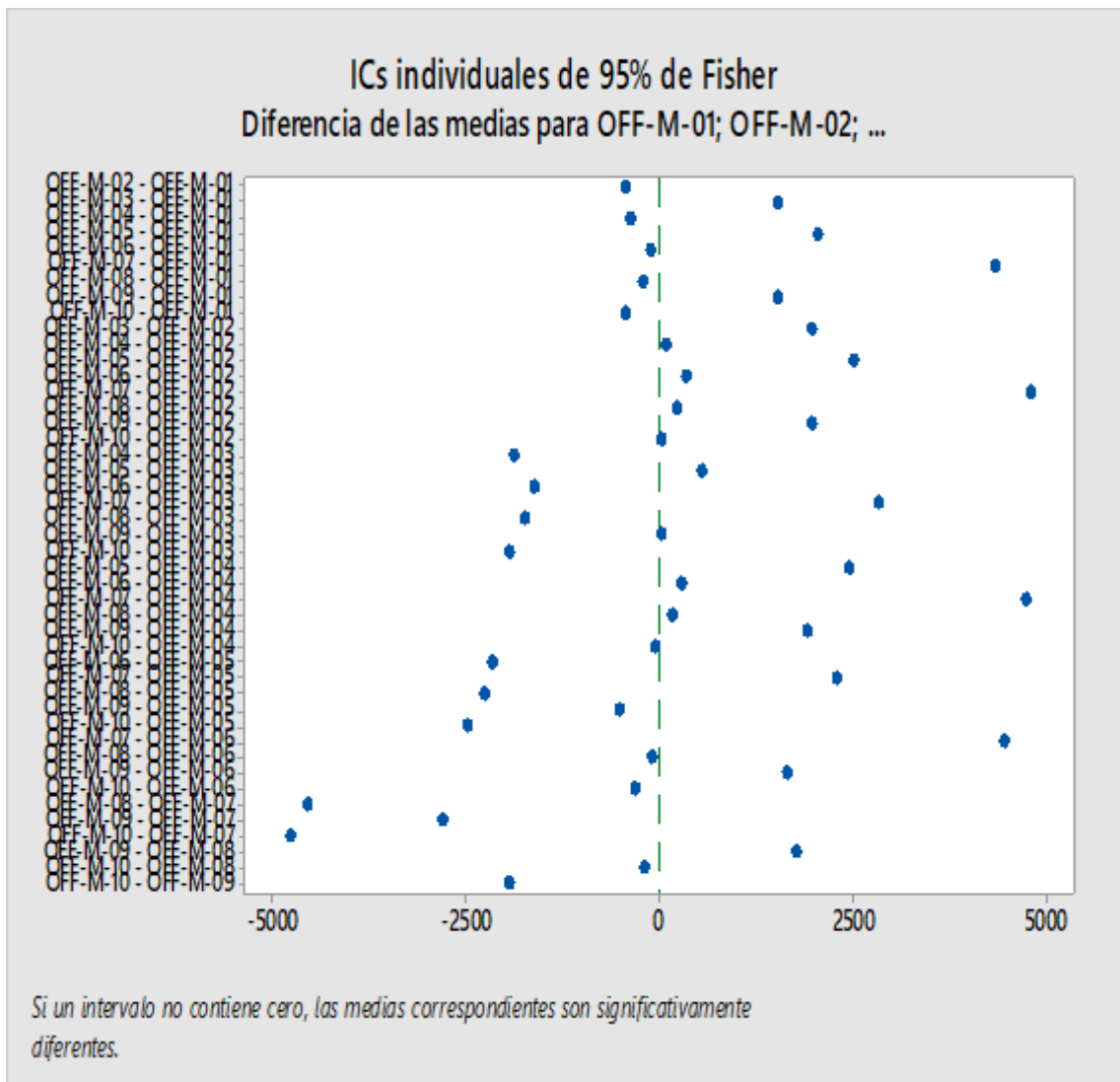
3.3.7.2. *Comparaciones en parejas de Fisher de concentración de CO en OFF– CO2 – (M).*

Tabla 31-3: Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición OFF – CO2 (M).

Factor	N	Media	Agrupación							
OFF-M-07	601	5460,4	A							
OFF-M-05	601	3183,00		B						
OFF-M-09	601	2650,47			C					
OFF-M-03	601	2650,47			C					
OFF-M-01	601	1141,71				D				
OFF-M-06	601	1016,70					E			
OFF-M-08	601	903,96						F		
OFF-M-04	601	752,010							G	
OFF-M-10	601	688,12								H
OFF-M-02	601	688,12								H

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

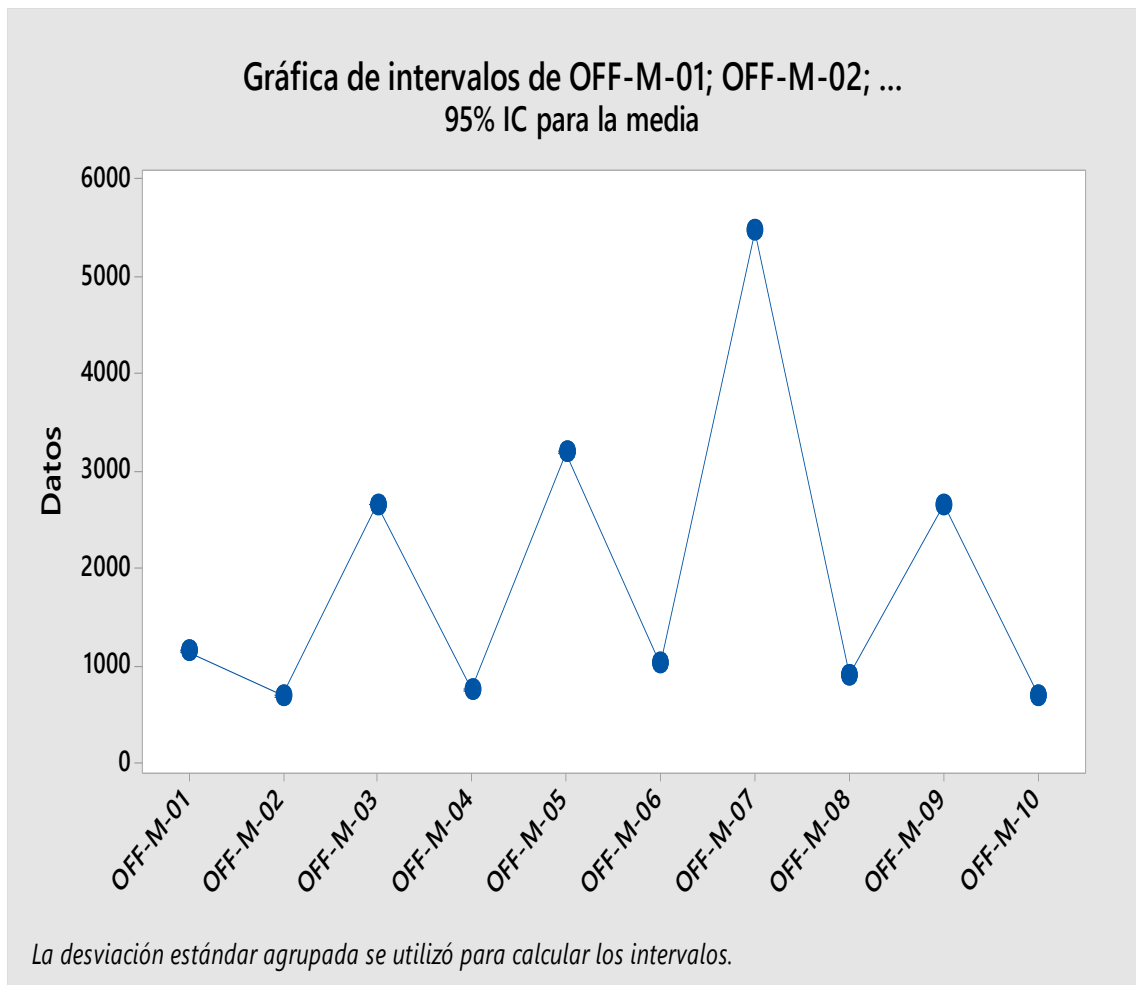
En la tabla anterior, Tabla 31-3. Obtenida del análisis aplicado, a los datos recolectados de las pruebas realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, en la condición de OFF – CO2 – (M), del sistema de climatización automotriz, simultáneamente muestra la media de cada unidad y consecuentemente presenta las agrupaciones donde las medias de algunas unidades no comparten alguna similitud. Demostrando que las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Gráfica 59-3: ICs individuales del 95% de Fisher OFF – CO₂ – (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

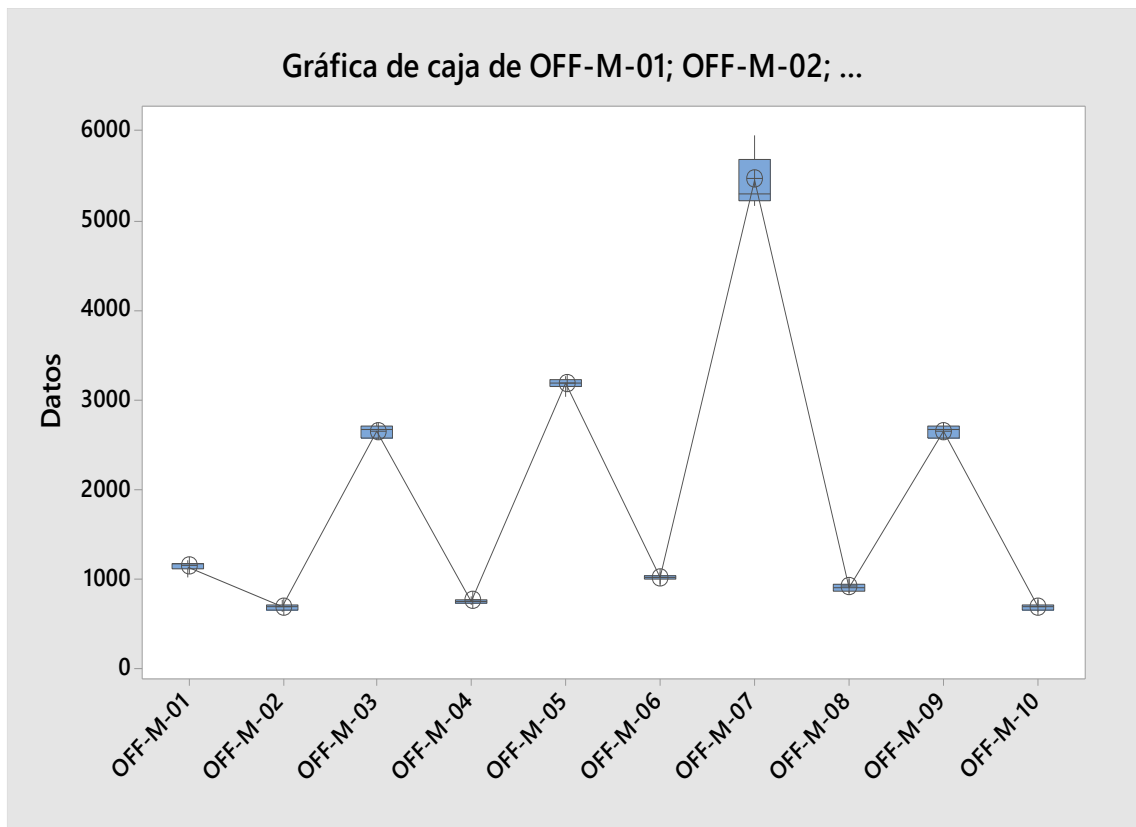
En la gráfica anterior, Gráfica 59-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de OFF – CO₂ – (M), la representación de esta gráfica menciona que, si un intervalo no contiene ceros, las medidas correspondientes son significativamente diferentes.



Gráfica 60-3: Intervalos de OFF – CO2 – (M) .

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 60-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de OFF – CO2 – (M), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se utilizó para calcular los intervalos.



Gráfica 61-3: Cajas de OFF- CO2 – (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 61-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de OFF – CO2 – (M), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se observa valores atípicos con un nivel alto y en otras con valores bajos.

3.3.8. Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en OFF – (F).

3.3.8.1. ANOVA de un solo factor: OFF (F) 01; OFF (F) 02; OFF (F) ...; OFF (F) 10.

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

En el presente trabajo de investigación, se realizó un análisis estadístico con el método ANOVA de un solo factor, permitiendo realizar la comparación simultánea, de las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial, utilizadas para la recolección de datos en las pruebas realizadas. Con el sistema de climatización automotriz apago o en condición OFF, en la ubicación, Final (F), con una altura del equipo constante de 1,1 m respecto al piso del habitáculo de pasajeros, este método proporciona tanto una hipótesis nula y una hipótesis alterna, su nivel de significancia va hacer de 0,05, donde se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Tabla 32-3: Información del factor condición OFF – CO2 – (F).

Factor	Niveles	Valores
Factor	10	OFF (F) 01; OFF (F) 02; OFF (F) 03; OFF (F) 04; OFF (F) 05; OFF (F) 06; OFF (F) 07; OFF (F) 08; OFF (F) 09; OFF (F) 10

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 33-3: Análisis de Varianza condición OFF – CO2 – (F).

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	9	15842686406	1760298490	227827,52	0,000
Error	6000	46358715	7726		
Total	6009	15889045122			

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 34-3: Resumen del modelo condición OFF – CO2 – (F).

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
87,9002	99,71%	99,71%	99,71%

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 35-3: Medias condición OFF – CO2 – (F).

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
OFF (F) 01	601	1488,36	114,22	(1481,33; 1495,39)

OFF (F) 02	601	1005,60	19,36	(998,57; 1012,63)
OFF (F) 03	601	2754,46	79,09	(2747,44; 2761,49)
OFF (F) 04	601	684,24	32,72	(677,21; 691,27)
OFF (F) 05	601	3055,27	31,52	(3048,24; 3062,30)
OFF (F) 06	601	843,91	30,41	(836,88; 850,94)
OFF (F) 07	601	6233,39	214,26	(6226,36; 6240,41)
OFF (F) 08	601	1024,32	45,39	(1017,30; 1031,35)
OFF (F) 09	601	2754,46	79,09	(2747,44; 2761,49)
OFF (F) 10	601	1005,60	19,36	(998,57; 1012,63)

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la tabla 35-3. Con el análisis realizado se obtiene como resultado el número de muestras realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de OFF – CO₂ – (F), por medio de los datos adquiridos se procede a generar la media con el IC del 95% y su desviación estándar agrupada de 87,9002.

3.3.8.2. Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO₂ en OFF – (F).

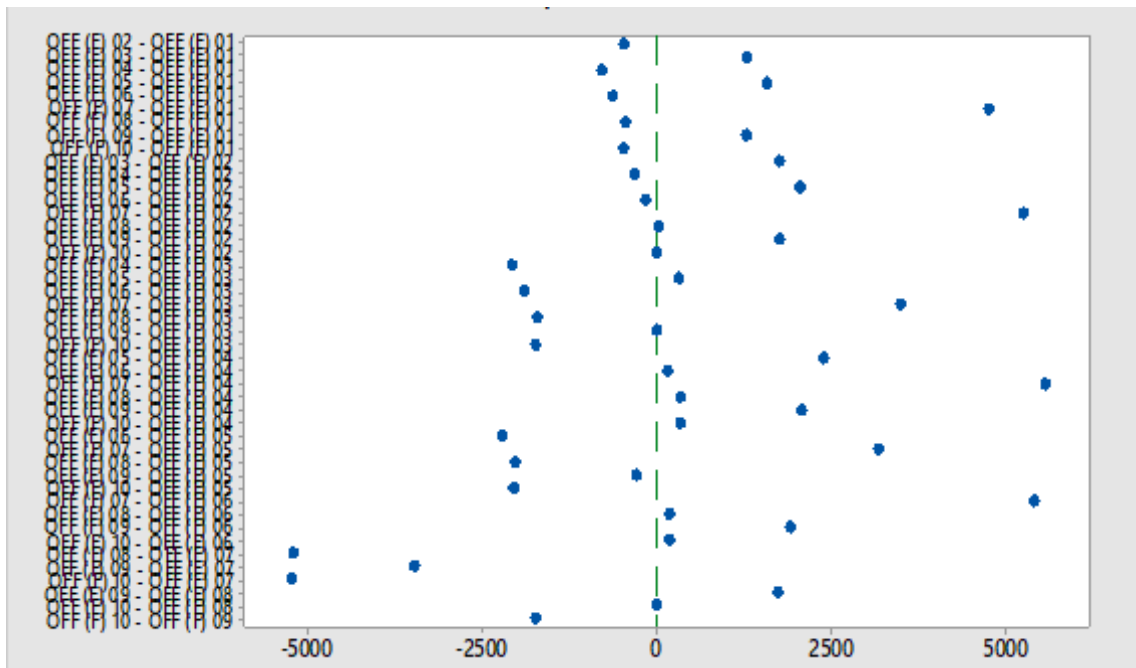
Tabla 36–3: Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición OFF– CO₂ – (F).

Factor	N	Media	Agrupación						
OFF (F) 07	601	6233,39	A						
OFF (F) 05	601	3055,27		B					
OFF (F) 09	601	2754,46			C				
OFF (F) 03	601	2754,46			C				
OFF (F) 01	601	1488,36				D			

OFF (F) 08	601	1024,32						E			
OFF (F) 10	601	1005,60							F		
OFF (F) 02	601	1005,60							F		
OFF (F) 06	601	843,91								G	
OFF (F) 04	601	684,24									H

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

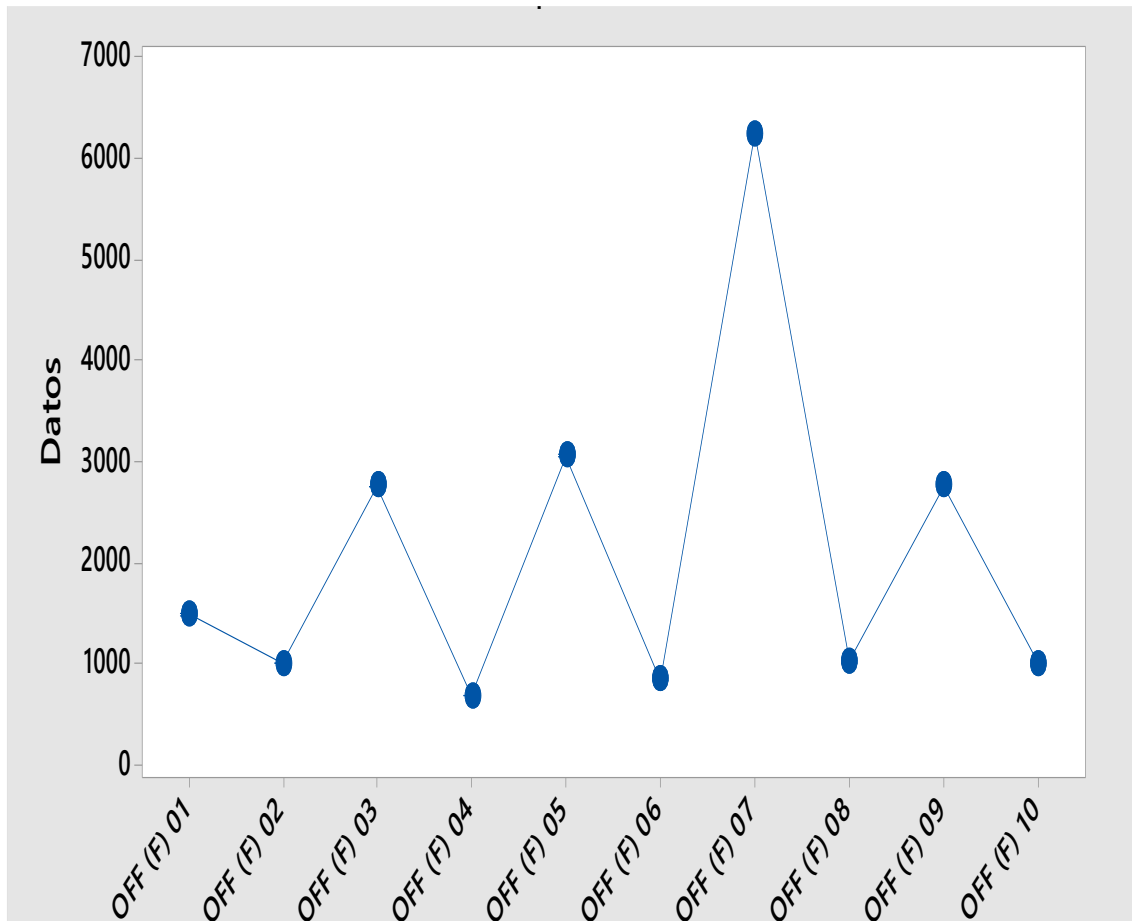
En la tabla anterior, Tabla 36-3. Obtenida del análisis aplicado, a los datos recolectados de las pruebas realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, en la condición de OFF – CO2 – (F), del sistema de climatización automotriz, simultáneamente muestra la media de cada unidad y consecuentemente presenta las agrupaciones donde las medias de algunas unidades no comparten alguna similitud. Demostrando que las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Gráfica 62-3: ICs individuales del 95% de Fisher OFF – CO2 – (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

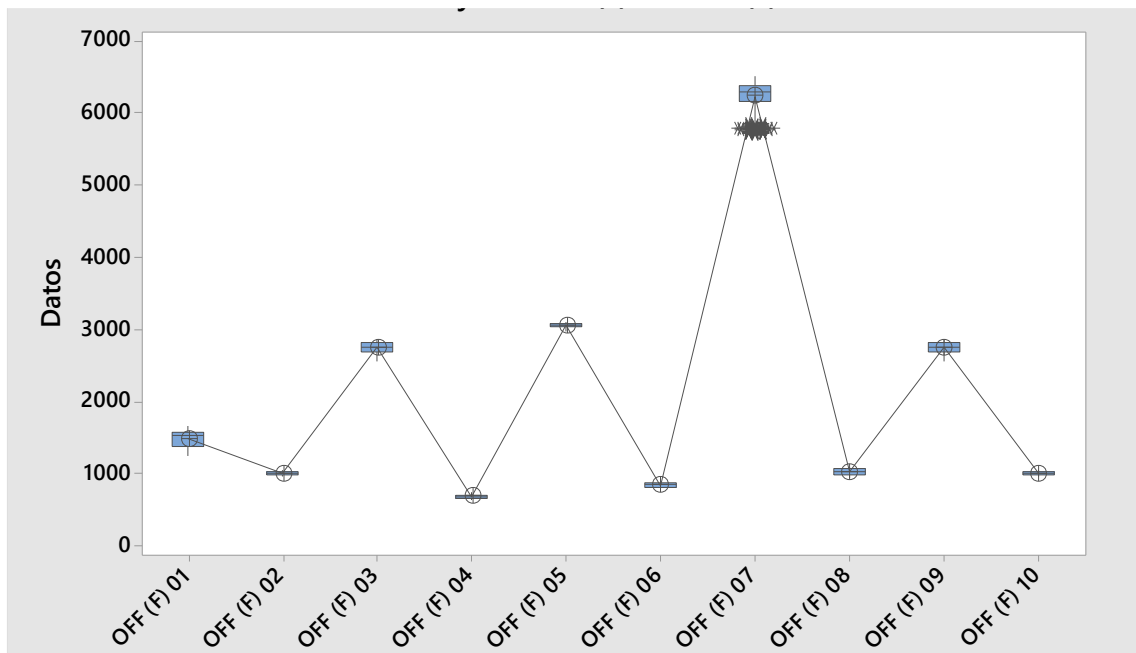
En la gráfica anterior, Gráfica 62-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de OFF – CO2 – (F), la representación de esta gráfica menciona que, si un intervalo no contiene ceros, las medidas correspondientes son significativamente diferentes.



Gráfica 63-3: Intervalos de OFF – CO2 – (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 63-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de OFF – CO2 – (F), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se utilizó para calcular los intervalos.



Gráfica 64-3: Cajas de OFF- CO2 – (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 64-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de OFF – CO2 – (F), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se observa valores atípicos con un nivel alto y en otras con valores bajos.

3.3.9. Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en REC – (D).

3.3.9.1. ANOVA de un solo factor: REC (D) 01; REC (D) 02; REC ... 09; REC (D) 10.

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

En el presente trabajo de investigación, se realizó un análisis estadístico con el método ANOVA de un solo factor, permitiendo realizar la comparación simultánea, de las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial, utilizadas para la recolección de datos en las pruebas realizadas. Con el

sistema de climatización automotriz apago o en condición REC, en la ubicación delantera (D) con una altura del equipo constante de 1,1 m respecto al piso del habitáculo de pasajeros, este método proporciona tanto una hipótesis nula y una hipótesis alterna, su nivel de significancia va hacer de 0,05, donde se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Tabla 37-3: Información del factor condición REC – CO2 – (D).

Factor	Niveles	Valores
Factor	10	REC (D) 01; REC (D) 02; REC (D) 03; REC (D) 04; REC (D) 05; REC (D) 06; REC (D) 07; REC (D) 08; REC (D) 09; REC (D) 10

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 38-3: Análisis de Varianza condición REC – CO2 – (D).

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	9	1464111396	162679044	76634,45	0,000
Error	6000	12736755	2123		
Total	6009	1476848151			

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 39-3: Resumen del modelo condición REC – CO2 – (D).

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
46,0738	99,14%	99,14%	99,13%

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 40-3: Medias condición REC – CO2 – (D).

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
REC (D) 01	601	1022,36	60,20	(1018,67; 1026,04)
REC (D) 02	601	676,22	34,57	(672,54; 679,91)
REC (D) 03	601	1470,69	62,42	(1467,01; 1474,38)

REC (D) 04	601	548,41	41,00	(544,73; 552,09)
REC (D) 05	601	2192,31	22,75	(2188,63; 2196,00)
REC (D) 06	601	817,870	23,655	(814,185; 821,554)
REC (D) 07	601	928,15	49,08	(924,46; 931,83)
REC (D) 08	601	629,00	47,47	(625,32; 632,69)
REC (D) 09	601	1470,69	62,42	(1467,01; 1474,38)
REC (D) 10	601	676,22	34,57	(672,54; 679,91)

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la tabla 40-3. Con el análisis realizado se obtiene como resultado el número de muestras realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REC – CO2 – (D), por medio de los datos adquiridos se procede a generar la media con el IC del 95% y su desviación estándar agrupada de 46,0738.

3.3.9.2. Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO2 en REC – (D).

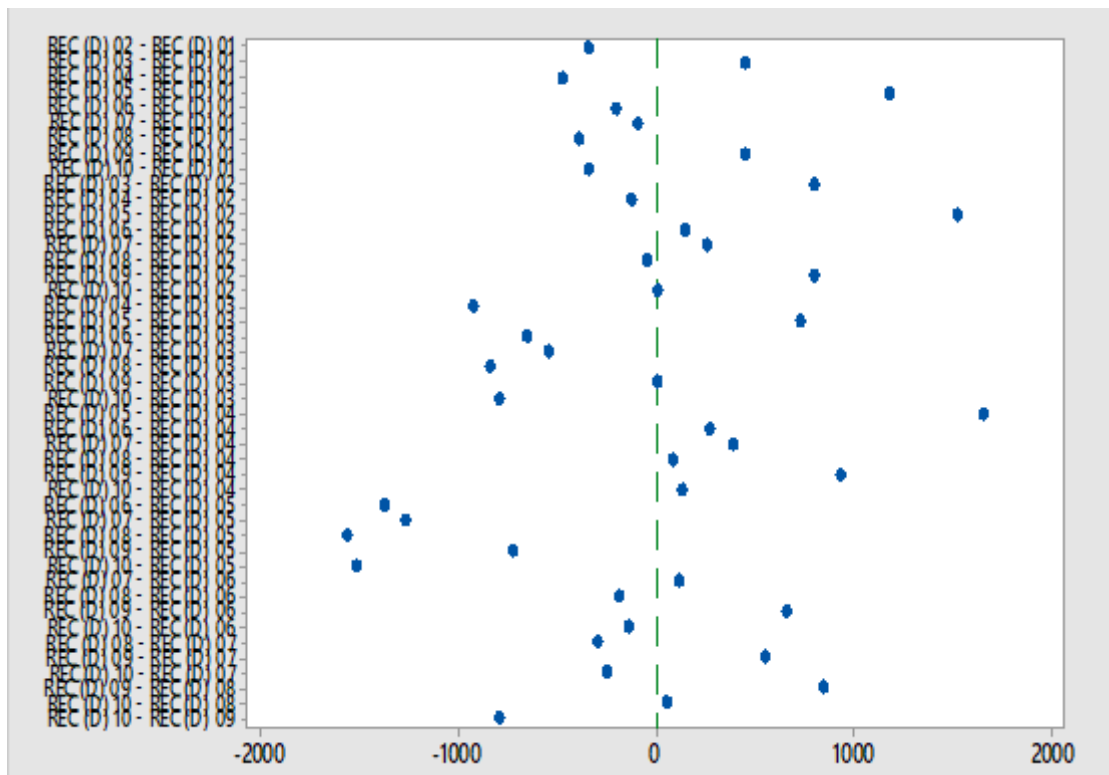
Tabla 41–3: Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición REC – CO2 – (D).

Factor	N	Media	Agrupación							
REC (D) 05	601	2192,31	A							
REC (D) 09	601	1470,69		B						
REC (D) 03	601	1470,69		B						
REC (D) 01	601	1022,36			C					
REC (D) 07	601	928,15				D				
REC (D) 06	601	817,870					E			
REC (D) 10	601	676,22						F		
REC (D) 02	601	676,22						F		

REC (D) 08	601	629,00							G
REC (D) 04	601	548,41							H

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

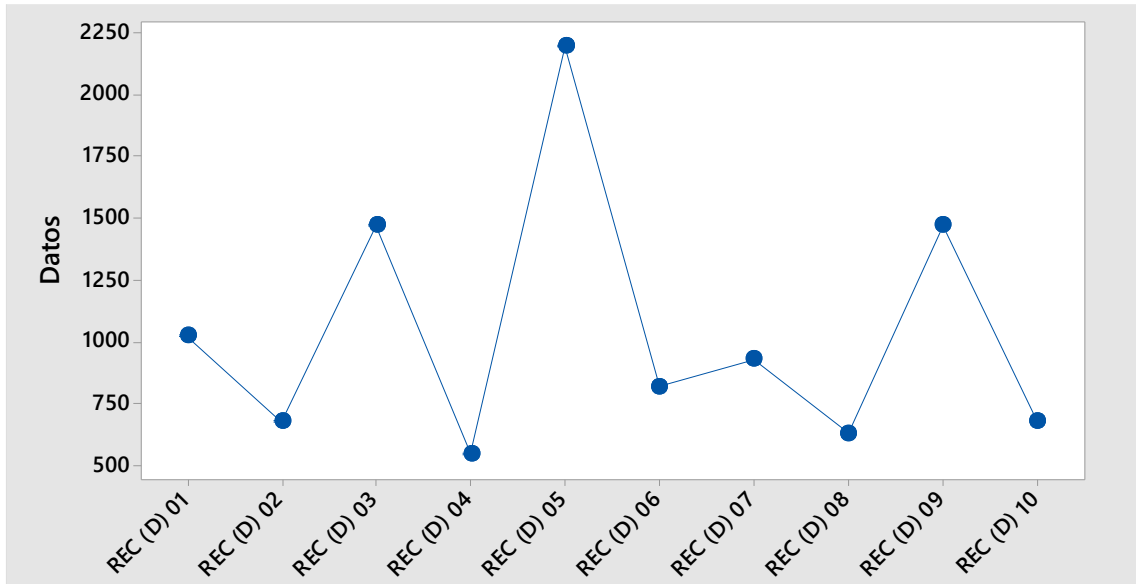
En la tabla anterior, Tabla 41-3. Obtenida del análisis aplicado, a los datos recolectados de las pruebas realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, en la condición de REC – CO₂ – (D), del sistema de climatización automotriz, simultáneamente muestra la media de cada unidad y consecuentemente presenta las agrupaciones donde las medias de algunas unidades no comparten alguna similitud. Demostrando que las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes



Gráfica 65-3: ICs individuales del 95% de Fisher REC – CO₂ – (D)

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

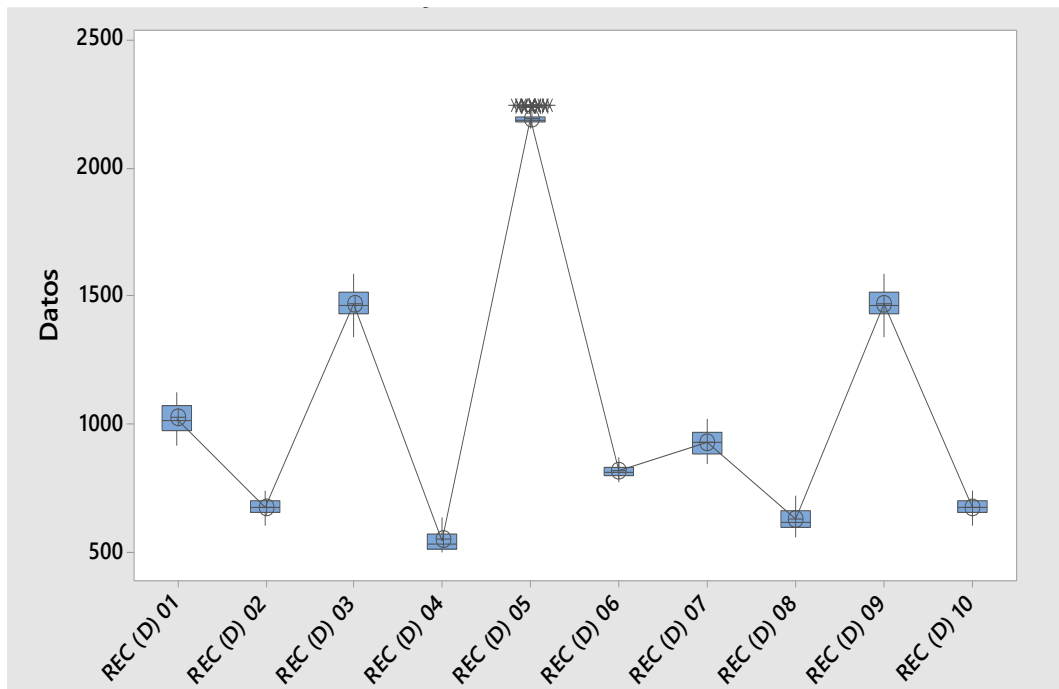
En la gráfica anterior, Gráfica 65-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REC – CO₂ – (D), la representación de esta gráfica menciona que, si un intervalo no contiene ceros, las medidas correspondientes son significativamente diferentes.



Gráfica 66-3: Intervalos de REC – CO2 – (D) .

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 66-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REC – CO2 – (D), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se utilizó para calcular los intervalos.



Gráfica 67-3: Cajas de OFF- CO2 – (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 67-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REC – CO2 – (D), en la gráfica generada muestra, una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se observa valores atípicos con un nivel alto y en otras con valores bajos.

3.3.10. Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en REC – (M).

3.3.10.1. ANOVA de un solo factor: REC (M) 01; REC (M) 02; REC ... 9; REC (M) 10.

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

En el presente trabajo de investigación, se realizó un análisis estadístico con el método ANOVA de un solo factor, permitiendo realizar la comparación simultánea, de las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial, utilizadas para la recolección de datos en las pruebas realizadas. Con el sistema de climatización automotriz apagado o en condición REC, en la ubicación, Medio (M) con una altura del equipo constante de 1,1 m respecto al piso del habitáculo de pasajeros, este método proporciona tanto una hipótesis nula y una hipótesis alterna, su nivel de significancia va hacer de 0,05, donde se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Tabla 42-3: Información del factor condición REC – CO2 – (M).

Factor	Niveles	Valores
Factor	10	REC (M) 01; REC (M) 02; REC (M) 03; REC (M) 04; REC (M) 05; REC (M) 06; REC (M) 07; REC (M) 08; REC (M) 09; REC (M) 10

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 43-3: Análisis de Varianza condición REC – CO2 – (D).

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p

Factor	9	1868794619	207643847	38899,89	0,000
Error	6000	32027422	5338		
Total	6009	1900822041			

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 44-3: Resumen del modelo condición REC – CO2 – (D).

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
73,0610	98,32%	98,31%	98,31%

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 45-3: Medias condición REC – CO2 – (D).

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
REC (M) 01	601	1141,71	50,73	(1135,87; 1147,55)
REC (M) 02	601	676,22	34,57	(670,38; 682,07)
REC (M) 03	601	2031,10	124,34	(2025,26; 2036,94)
REC (M) 04	601	556,05	49,64	(550,21; 561,89)
REC (M) 05	601	1707,22	56,46	(1701,38; 1713,06)
REC (M) 06	601	1016,70	34,24	(1010,86; 1022,54)
REC (M) 07	601	1010,16	101,67	(1004,31; 1016,00)
REC (M) 08	601	625,82	30,90	(619,98; 631,66)
REC (M) 09	601	2031,10	124,34	(2025,26; 2036,94)
REC (M) 10	601	550,625	23,904	(544,783; 556,467)

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la tabla 45-3. Con el análisis realizado se obtiene como resultado el número de muestras realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización

automotriz en la condición de OFF – CO2 – (D), por medio de los datos adquiridos se procede a generar la media con el IC del 95% y su desviación estándar agrupada de 73,0610.

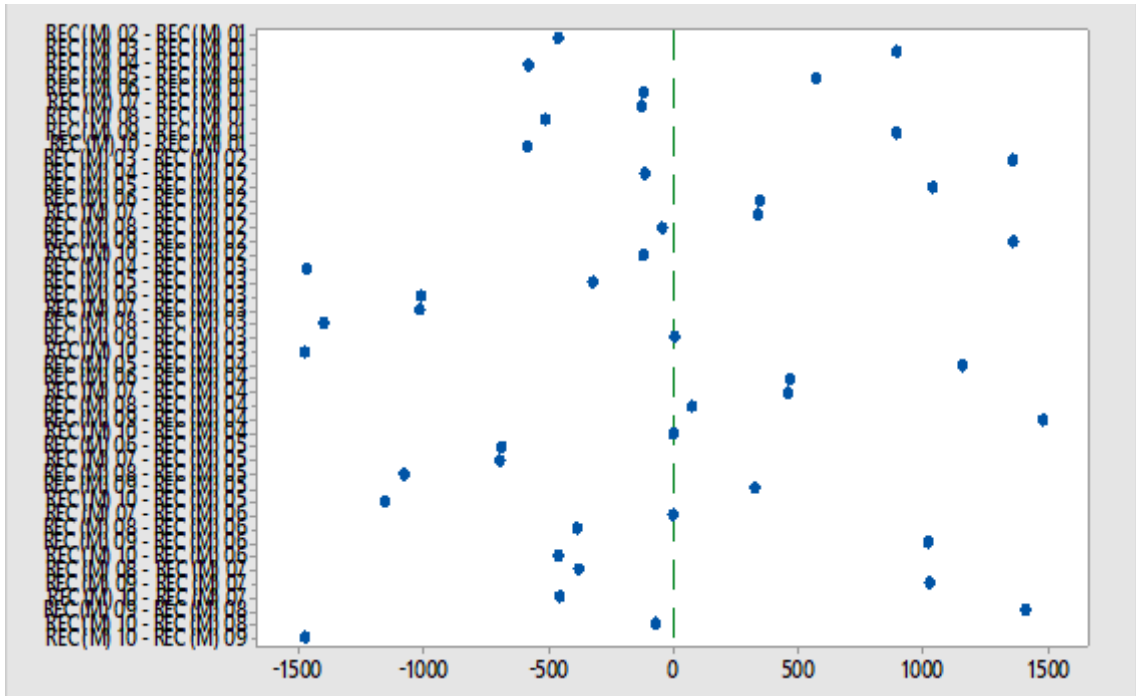
3.3.10.2. Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO2 en REC – (M).

Tabla 46-3: Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición REC– CO2 – (M).

Factor	N	Media	Agrupación						
REC (M) 09	601	2031,10	A						
REC (M) 03	601	2031,10	A						
REC (M) 05	601	1707,22		B					
REC (M) 01	601	1141,71			C				
REC (M) 06	601	1016,70				D			
REC (M) 07	601	1010,16				D			
REC (M) 02	601	676,22					E		
REC (M) 08	601	625,82						F	
REC (M) 04	601	556,05							G
REC (M) 10	601	550,625							G

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

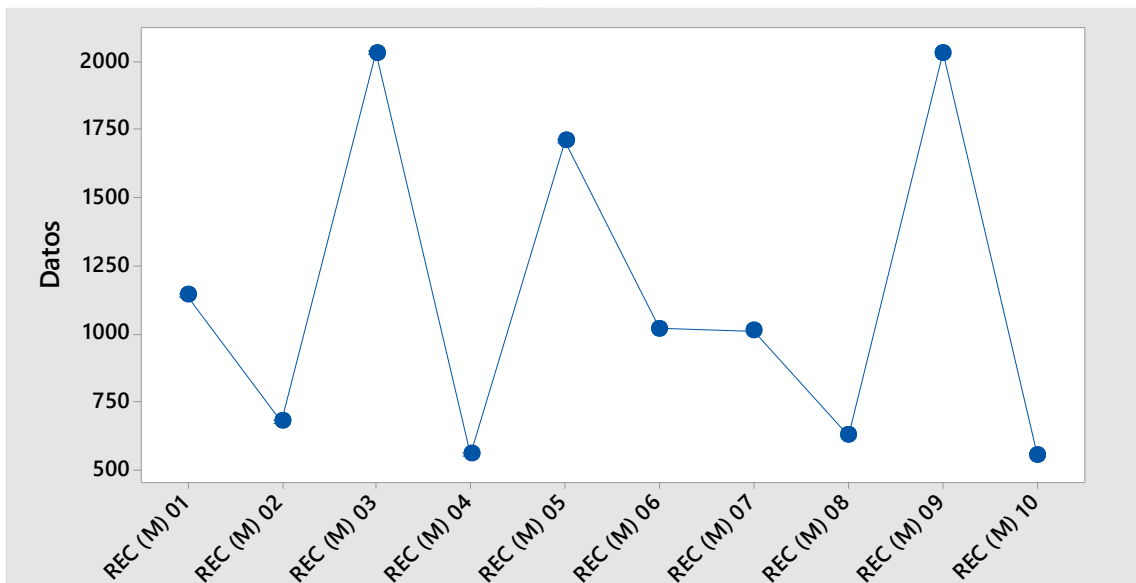
En la tabla anterior, Tabla 46-3. Obtenida del análisis aplicado, a los datos recolectados de las pruebas realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, en la condición de REC – CO2 – (M), del sistema de climatización automotriz, simultáneamente muestra la media de cada unidad y consecuentemente presenta las agrupaciones donde las medias de algunas unidades no comparten alguna similitud. Demostrando que las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Gráfica 68-3: ICs individuales del 95% de Fisher REC – CO2 – (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

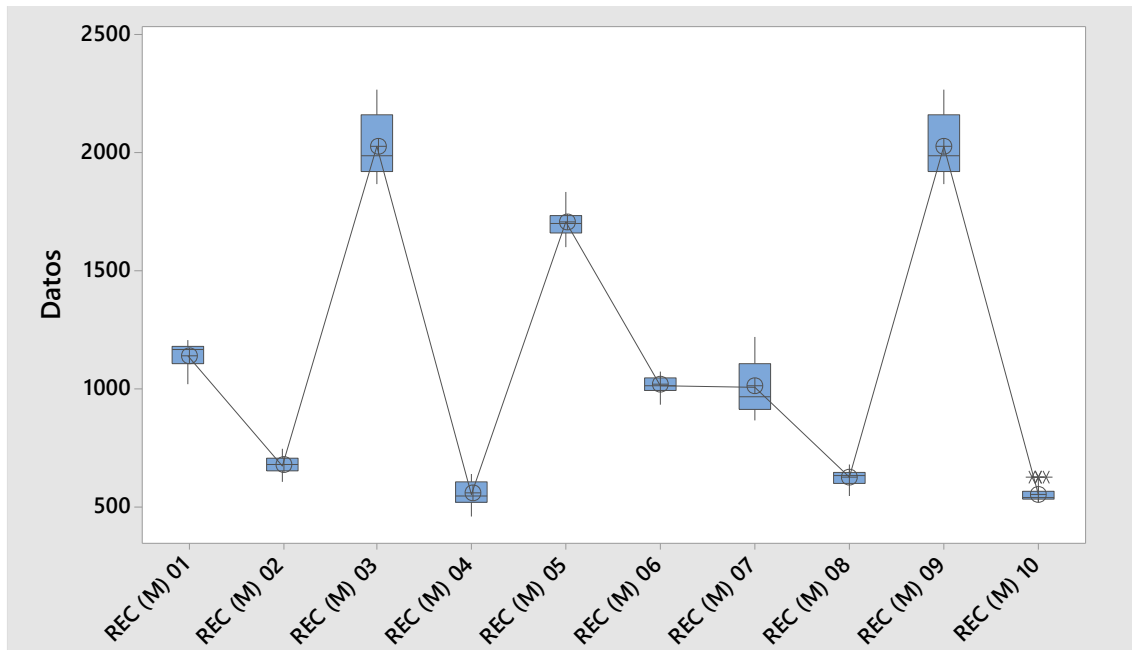
En la gráfica anterior, Gráfica 68-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REC – CO2 – (M), la representación de esta gráfica menciona que, si un intervalo no contiene ceros, las medidas correspondientes son significativamente diferentes.



Gráfica 69-3: Intervalos de REC – CO2 – (M) .

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 69-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REC – CO₂ – (M), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se utilizó para calcular los intervalos.



Gráfica 70-3: Cajas de REC- CO₂ – (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 70-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REC – CO₂ – (M), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se observa valores atípicos con un nivel alto y en otras con valores bajos.

3.3.11. Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO₂ en REC – (F).

3.3.11.1. ANOVA de un solo factor: REC (F) 01; REC (F) 02; REC (F) ...; REC (F) 10.

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

En el presente trabajo de investigación, se realizó un análisis estadístico con el método ANOVA de un solo factor, permitiendo realizar la comparación simultánea, de las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial, utilizadas para la recolección de datos en las pruebas realizadas. Con el sistema de climatización automotriz apago o en condición REC, en la ubicación, Final (F) con una altura del equipo constante de 1,1 m respecto al piso del habitáculo de pasajeros, este método proporciona tanto una hipótesis nula y una hipótesis alterna, su nivel de significancia va hacer de 0,05, donde se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Tabla 47-3: Información del factor condición REC – CO2 – (F).

Factor	Niveles	Valores
Factor	10	REC (F) 01; REC (F) 02; REC (F) 03; REC (F) 04; REC (F) 05; REC (F) 06; REC (F) 07; REC (F) 08; REC (F) 09; REC (F) 10

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 48-3: Análisis de Varianza condición REC – CO2 – (F).

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	9	6224139588	691571065	71713,40	0,000
Error	6000	57861239	9644		
Total	6009	6282000827			

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 49-3: Resumen del modelo condición REC – CO2 – (F).

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
98,2015	99,08%	99,08%	99,08%

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 50-3: Resumen del modelo condición REC – CO2 – (F).

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%

REC (F) 01	601	1420,84	96,41	(1412,98; 1428,69)
REC (F) 02	601	544,22	39,55	(536,36; 552,07)
REC (F) 03	601	2139,56	68,56	(2131,70; 2147,41)
REC (F) 04	601	523,47	31,24	(515,61; 531,32)
REC (F) 05	601	2050,51	177,93	(2042,65; 2058,36)
REC (F) 06	601	707,032	22,829	(699,180; 714,885)
REC (F) 07	601	3788,08	198,09	(3780,23; 3795,93)
REC (F) 08	601	724,35	47,07	(716,50; 732,20)
REC (F) 09	601	2139,56	68,56	(2131,70; 2147,41)
REC (F) 10	601	544,22	39,55	(536,36; 552,07)

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la tabla 50-3. Con el análisis realizado se obtiene como resultado el número de muestras realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de OFF – CO2 – (D), por medio de los datos adquiridos se procede a generar la media con el IC del 95% y su desviación estándar agrupada de 98,2015.

3.3.11.2. Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO2 en REC – (F).

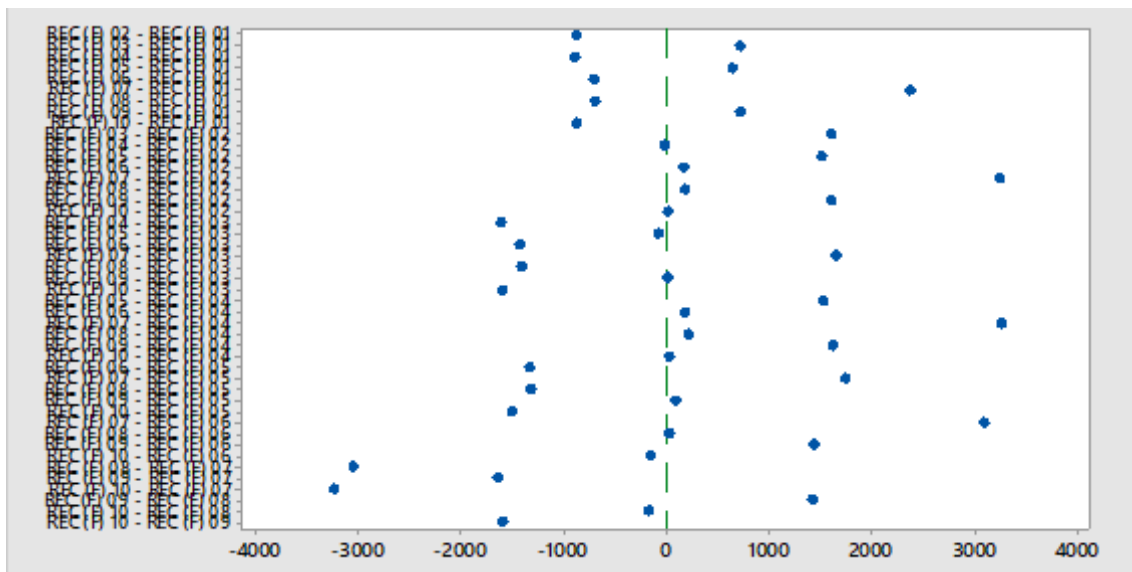
Tabla 51–3: Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición REC - CO2 – (F).

Factor	N	Media	Agrupación							
REC (F) 07	601	3788,08	A							
REC (F) 09	601	2139,56		B						
REC (F) 03	601	2139,56		B						
REC (F) 05	601	2050,51			C					
REC (F) 01	601	1420,84				D				

REC (F) 08	601	724,35					E			
REC (F) 06	601	707,032					F			
REC (F) 10	601	544,22						G		
REC (F) 02	601	544,22						G		
REC (F) 04	601	523,47							H	

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

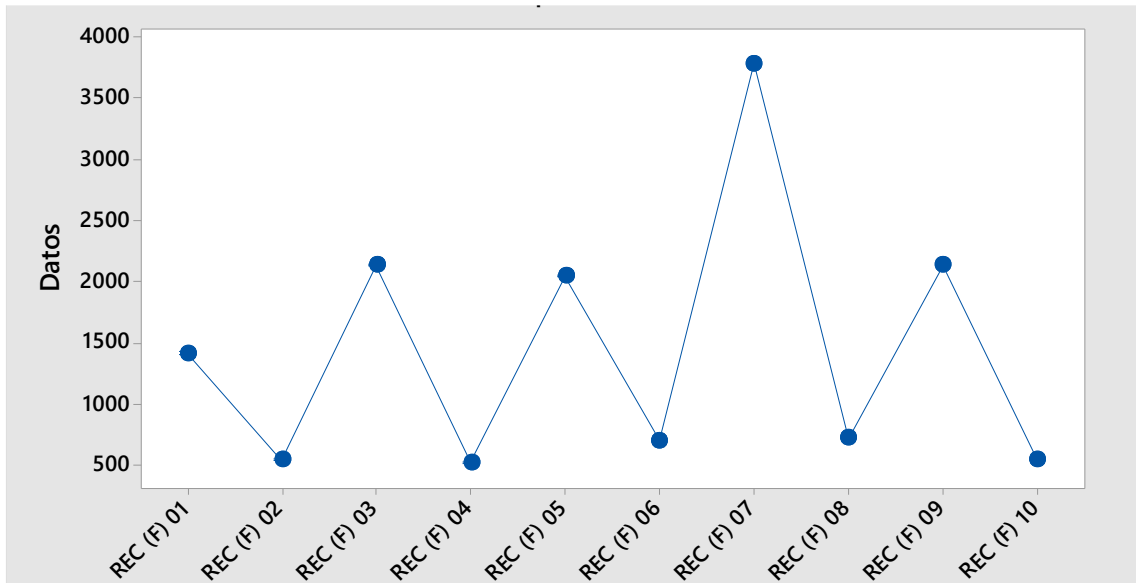
En la tabla anterior, Tabla 51-3. Obtenida del análisis aplicado, a los datos recolectados de las pruebas realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, en la condición de REC – CO₂ – (F), del sistema de climatización automotriz, simultáneamente muestra la media de cada unidad y consecuentemente presenta las agrupaciones donde las medias de algunas unidades no comparten alguna similitud. Demostrando que las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Gráfica 71-3: ICs individuales del 95% de Fisher REC – CO₂ – (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 71-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REC – CO₂ – (F), la representación de esta gráfica menciona que, si un intervalo no contiene ceros, las medidas correspondientes son significativamente diferentes.



Gráfica 72-3: Intervalos de REC – CO2 – (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 72-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REC – CO2 – (F), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se utilizó para calcular los intervalos.



Gráfica 73-3: Cajas de REC - CO2 – (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 73-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REC – CO2 – (F), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se observa valores atípicos con un nivel alto y en otras con valores bajos.

3.3.12. Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en REN – (D).

3.3.12.1. ANOVA de un solo factor: REN (D) 01; REN (D) 02; REN ... 9; REN (D) 10.

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

En el presente trabajo de investigación, se realizó un análisis estadístico con el método ANOVA de un solo factor, permitiendo realizar la comparación simultánea, de las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial, utilizadas para la recolección de datos en las pruebas realizadas. Con el sistema de climatización automotriz apago o en condición REN, en la ubicación delantera (D) con una altura del equipo constante de 1,1 m respecto al piso del habitáculo de pasajeros, este método proporciona tanto una hipótesis nula y una hipótesis alterna, su nivel de significancia va hacer de 0,05, donde se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Tabla 52-3: Información del factor condición REN – CO2 – (D).

Factor	Niveles	Valores
Factor	10	REN (D) 01; REN (D) 02; REN (D) 03; REN (D) 04; REN (D) 05; REN (D) 06; REN (D) 07; REN (D) 08; REN (D) 09; REN (D) 10

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 53-3: Análisis de Varianza condición REN – CO2 – (D).

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
--------	----	-----------	-----------	---------	---------

Factor	9	1462532769	162503641	14740,16	0,000
Error	6000	66147325	11025		
Total	6009	1528680094			

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 54-3: Resumen del modelo condición REN – CO2 – (D).

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
104,998	95,67%	95,67%	95,66%

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 55-3: Medias condición REN – CO2 – (D).

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
REN (D) 01	601	827,497	19,240	(819,101; 835,893)
REN (D) 02	601	635,57	74,55	(627,18; 643,97)
REN (D) 03	601	1998,83	193,83	(1990,43; 2007,23)
REN (D) 04	601	641,76	39,56	(633,36; 650,15)
REN (D) 05	601	1262,67	126,09	(1254,27; 1271,06)
REN (D) 06	601	962,80	38,80	(954,41; 971,20)
REN (D) 07	601	1097,48	48,17	(1089,08; 1105,87)
REN (D) 08	601	860,40	48,28	(852,00; 868,79)
REN (D) 09	601	1998,83	193,83	(1990,43; 2007,23)
REN (D) 10	601	635,57	74,55	(627,18; 643,97)

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la tabla 55-3. Con el análisis realizado se obtiene como resultado el número de muestras realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REN – CO2 – (D), por medio de los datos adquiridos se procede a generar la media con el IC del 95% y su desviación estándar agrupada de 104,998.

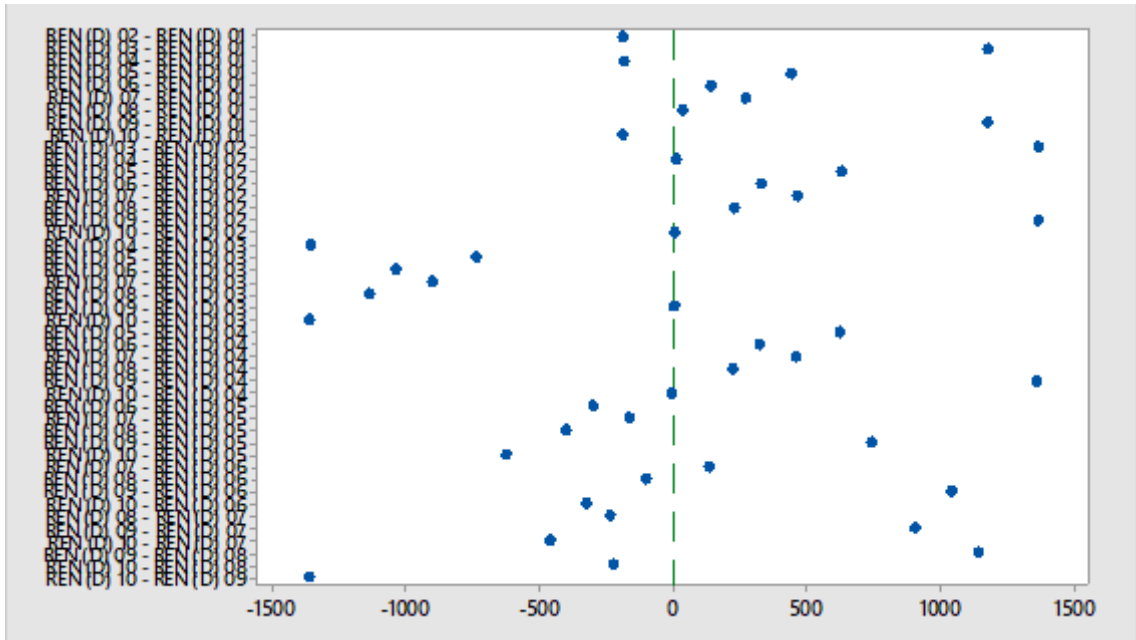
3.3.12.2. Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO2 en REN – (D).

Tabla 56-3: Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición REN– CO2 – (D).

Factor	N	Media	Agrupación						
REN (D) 09	601	1998,83	A						
REN (D) 03	601	1998,83	A						
REN (D) 05	601	1262,67		B					
REN (D) 07	601	1097,48			C				
REN (D) 06	601	962,80				D			
REN (D) 08	601	860,40					E		
REN (D) 01	601	827,497						F	
REN (D) 04	601	641,76							G
REN (D) 10	601	635,57							G
REN (D) 02	601	635,57							G

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

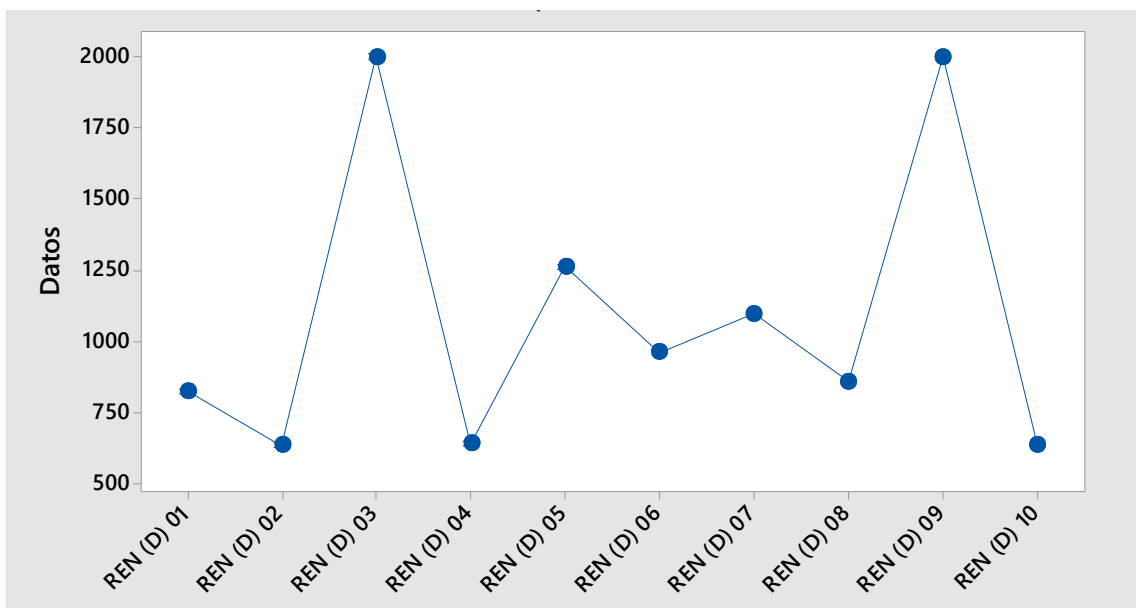
En la tabla anterior, Tabla 56-3. Obtenida del análisis aplicado, a los datos recolectados de las pruebas realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, en la condición de REN – CO2 – (D), del sistema de climatización automotriz, simultáneamente muestra la media de cada unidad y consecuentemente presenta las agrupaciones donde las medias de algunas unidades no comparten alguna similitud. Demostrando que las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Gráfica 74-3: ICs individuales del 95% de Fisher REN – CO2 – (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

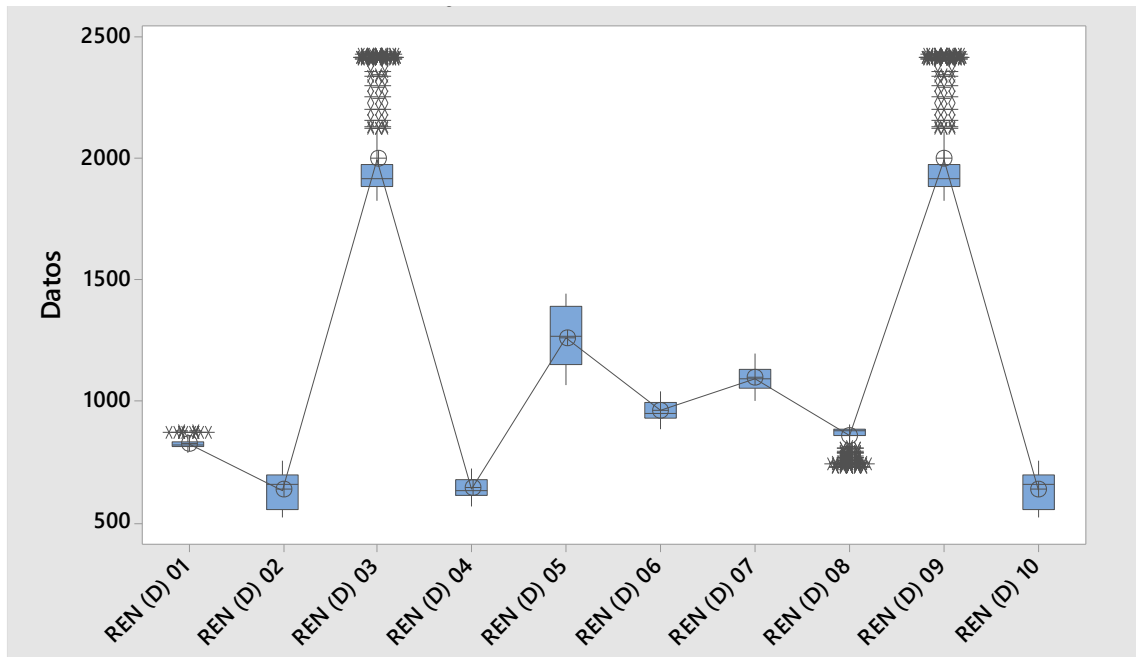
En la gráfica anterior, Gráfica 74-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REN – CO2 – (D), la representación de esta gráfica menciona que, si un intervalo no contiene ceros, las medidas correspondientes son significativamente diferentes.



Gráfica 75-3: Intervalos de REN – CO2 – (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 75-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REN – CO2 – (D), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se utilizó para calcular los intervalos.



Gráfica 76-3: Cajas de REN- CO2 – (D).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 76-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REN – CO2 – (D), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se observa valores atípicos con un nivel alto y en otras con valores bajos.

3.3.13. Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en REN – (M).

3.3.13.1. ANOVA de un solo factor: REN (M) 01; REN (M) 02; REN ...; REN (M) 10.

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

En el presente trabajo de investigación, se realizó un análisis estadístico con el método ANOVA de un solo factor, permitiendo realizar la comparación simultánea, de las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial, utilizadas para la recolección de datos en las pruebas realizadas. Con el sistema de climatización automotriz apago o en condición REN, en la ubicación, Medio (M) con una altura del equipo constante de 1,1 m respecto al piso del habitáculo de pasajeros, este método proporciona tanto una hipótesis nula y una hipótesis alterna, su nivel de significancia va hacer de 0,05, donde se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Tabla 57-3: Información del factor condición REN – CO2 – (M).

Factor	Niveles	Valores
Factor	10	REN (M) 01; REN (M) 02; REN (M) 03; REN (M) 04; REN (M) 05; REN (M) 06; REN (M) 07; REN (M) 08; REN (M) 09; REN (M) 10

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 58-3: Análisis de Varianza condición REN– CO2 – (M).

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	9	504742666	56082518	19691,65	0,000
Error	6000	17088213	2848		
Total	6009	521830879			

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 59-3: Resumen del modelo condición REN – CO2 – (M).

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
53,3670	96,73%	96,72%	96,71%

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 60-3: Medias condición REN – CO2 – (M).

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
REN (M) 01	601	915,430	9,786	(911,162; 919,697)
REN (M) 02	601	446,463	17,512	(442,195; 450,730)
REN (M) 03	601	908,09	46,10	(903,82; 912,35)
REN (M) 04	601	492,633	20,208	(488,365; 496,900)
REN (M) 05	601	1441,38	96,54	(1437,12; 1445,65)
REN (M) 06	601	644,96	50,30	(640,69; 649,22)
REN (M) 07	601	735,20	103,14	(730,93; 739,47)
REN (M) 08	601	598,81	25,02	(594,55; 603,08)
REN (M) 09	601	908,09	46,10	(903,82; 912,35)
REN (M) 10	601	446,463	17,512	(442,195; 450,730)

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la tabla 60-3. Con el análisis realizado se obtiene como resultado el número de muestras realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REN – CO2 – (M), por medio de los datos adquiridos se procede a generar la media con el IC del 95% y su desviación estándar agrupada de 53,3670.

3.3.13.2. Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO2 en REN – (M).

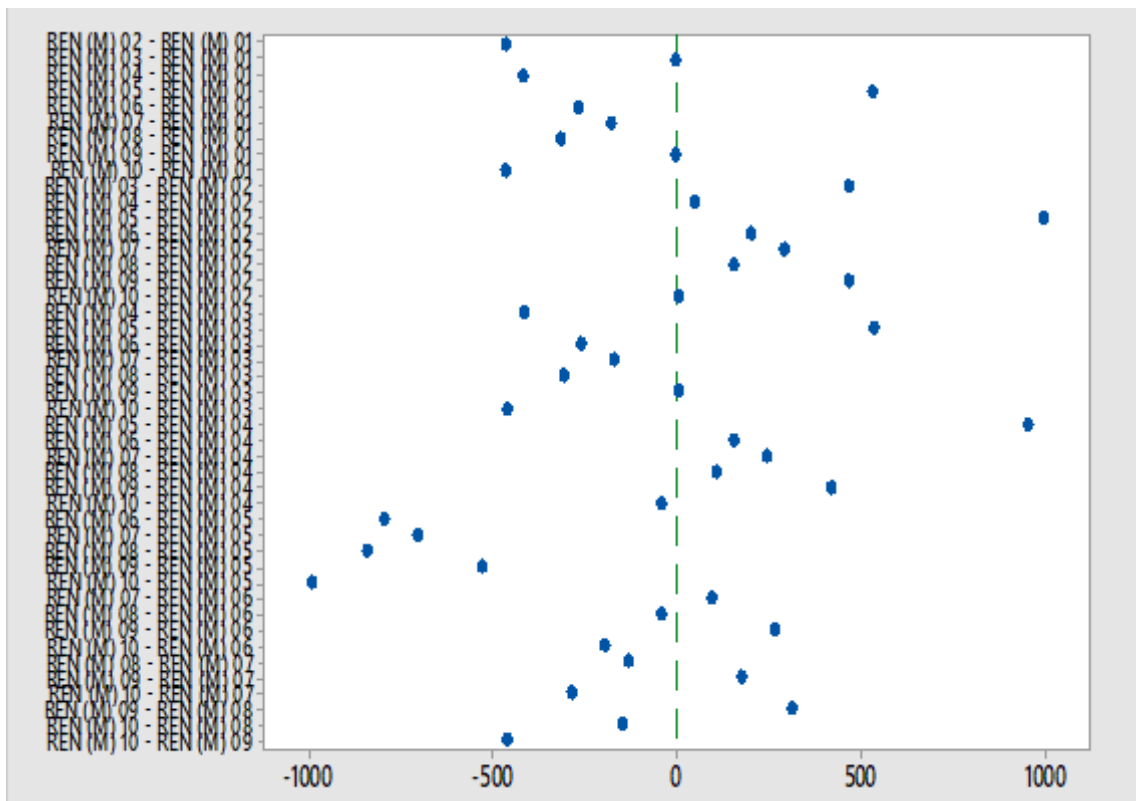
Tabla 61-3: Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición REN– CO2 – (M).

Factor	N	Media	Agrupación						
REN (M) 05	601	1441,38	A						
REN (M) 01	601	915,430		B					
REN (M) 09	601	908,09			C				
REN (M) 03	601	908,09			C				

REN (M) 07	601	735,20				D			
REN (M) 06	601	644,96					E		
REN (M) 08	601	598,81						F	
REN (M) 04	601	492,633							G
REN (M) 10	601	446,463							H
REN (M) 02	601	446,463							H

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

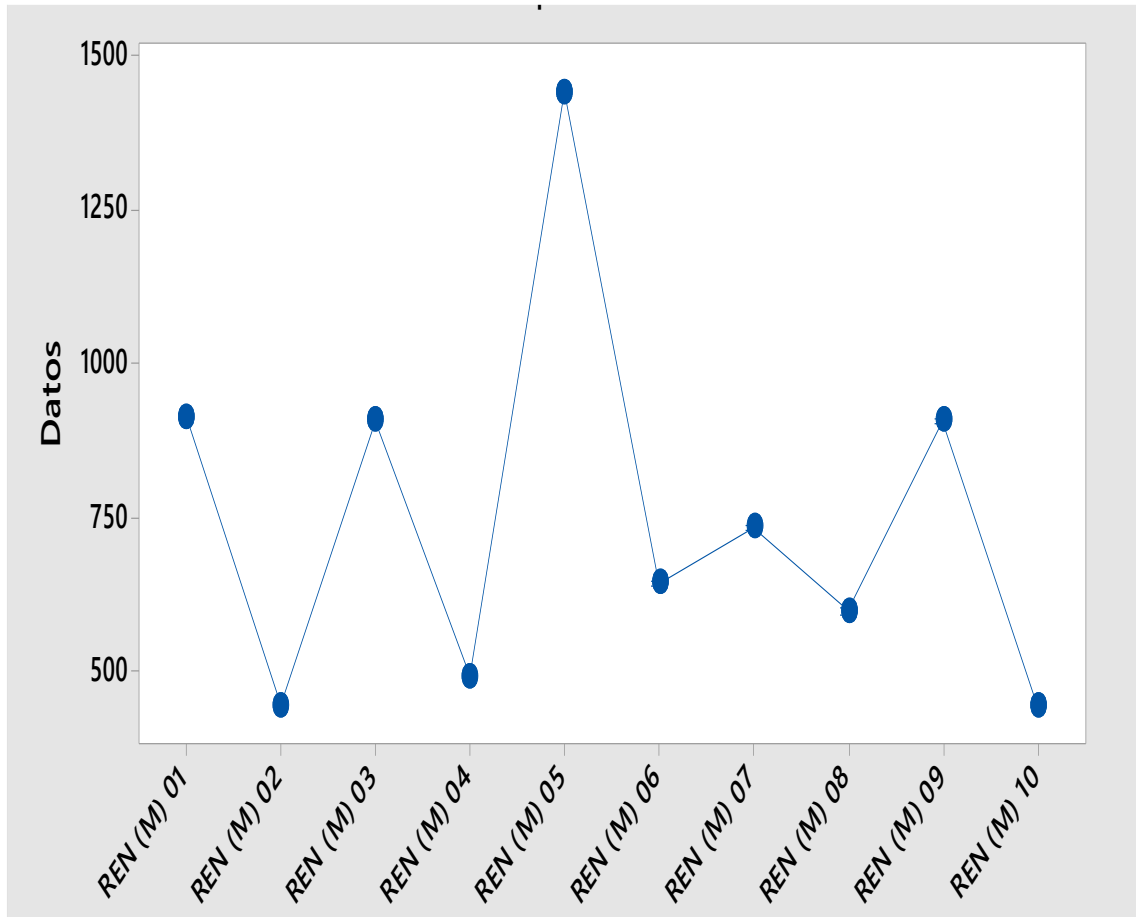
En la tabla anterior, Tabla 61-3. Obtenida del análisis aplicado, a los datos recolectados de las pruebas realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, en la condición de REN – CO2 – (M), del sistema de climatización automotriz, simultáneamente muestra la media de cada unidad y consecuentemente presenta las agrupaciones donde las medias de algunas unidades no comparten alguna similitud. Demostrando que las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Gráfica 77-3: ICs individuales del 95% de Fisher REN – CO2 – (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

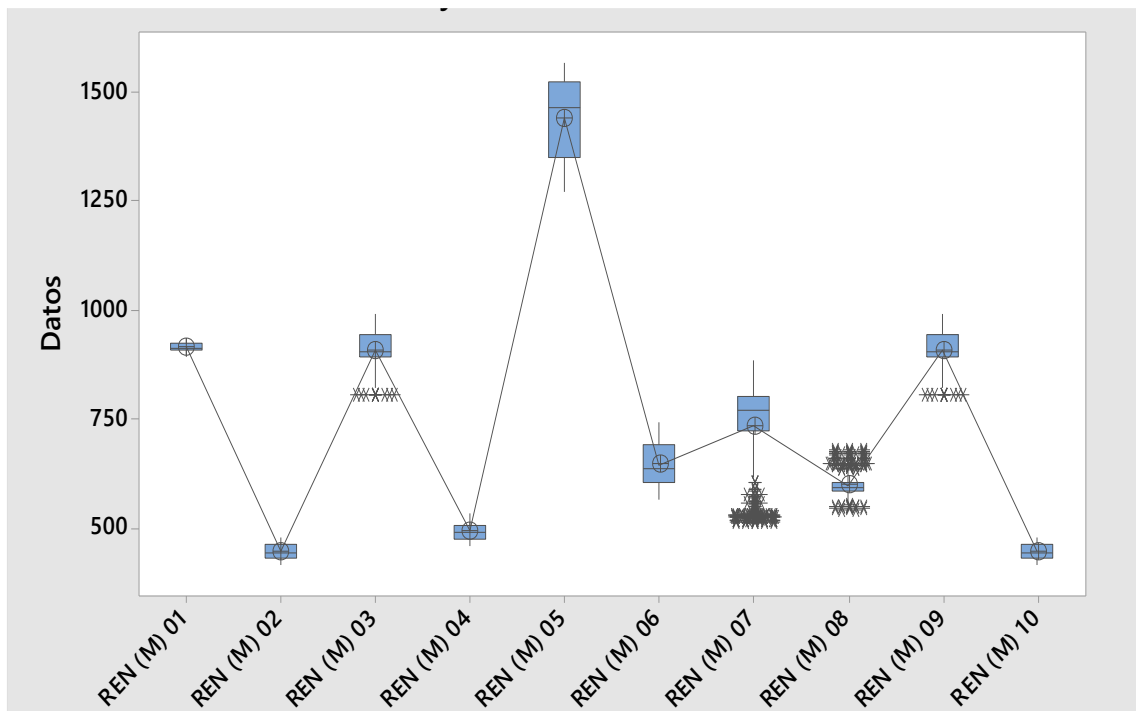
En la gráfica anterior, Gráfica 77-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REN – CO2 – (M), la representación de esta gráfica menciona que, si un intervalo no contiene ceros, las medidas correspondientes son significativamente diferentes.



Gráfica 78-3: Intervalos de REN – CO2 – (M) .

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 78-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REN – CO2 – (M), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se utilizó para calcular los intervalos.



Gráfica 79-3: Cajas de REN- CO2 – (M).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 79-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REN – CO2 – (M), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se observa valores atípicos con un nivel alto y en otras con valores bajos.

3.3.14. Análisis estadístico ANOVA concentraciones de CO2 en REN – (F).

3.3.14.1. ANOVA de un solo factor: REN (F) 01; REN (F) 02; REN (F) ... REN (F) 10.

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

En el presente trabajo de investigación, se realizó un análisis estadístico con el método ANOVA de un solo factor, permitiendo realizar la comparación simultánea, de las 10 unidades de trasporte

terrestre interprovincial, utilizadas para la recolección de datos en las pruebas realizadas. Con el sistema de climatización automotriz apago o en condición REN, en la ubicación, Final (F) con una altura del equipo constante de 1,1 m respecto al piso del habitáculo de pasajeros, este método proporciona tanto una hipótesis nula y una hipótesis alterna, su nivel de significancia va hacer de 0,05, donde se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Tabla 62-3: Información del factor condición REN – CO2 – (F).

Factor	Niveles	Valores
Factor	10	REN (F) 01; REN (F) 02; REN (F) 03; REN (F) 04; REN (F) 05; REN (F) 06; REN (F) 07; REN (F) 08; REN (F) 09; REN (F) 10

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 63-3: Análisis de Varianza condición REN – CO2 – (F).

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	9	772713733	85857081	38350,83	0,000
Error	6000	13432369	2239		
Total	6009	786146102			

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 64-3: Resumen del modelo condición REN – CO2 – (F).

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
47,3152	98,29%	98,29%	98,29%

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Tabla 65-3: Medias condición REN – CO2 – (F).

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
REN (F) 01	601	1442,89	74,95	(1439,11; 1446,68)
REN (F) 02	601	610,85	70,55	(607,07; 614,64)
REN (F) 03	601	717,92	34,18	(714,14; 721,71)
REN (F) 04	601	534,58	25,22	(530,79; 538,36)

REN (F) 05	601	1585,62	43,84	(1581,84; 1589,41)
REN (F) 06	601	705,458	20,528	(701,675; 709,242)
REN (F) 07	601	515,354	12,703	(511,570; 519,137)
REN (F) 08	601	692,49	36,59	(688,71; 696,28)
REN (F) 09	601	717,92	34,18	(714,14; 721,71)
REN (F) 10	601	610,85	70,55	(607,07; 614,64)

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la tabla 65-3. Con el análisis realizado se obtiene como resultado el número de muestras realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REN – CO2 – (F), por medio de los datos adquiridos se procede a generar la media con el IC del 95% y su desviación estándar agrupada de 47,3152.

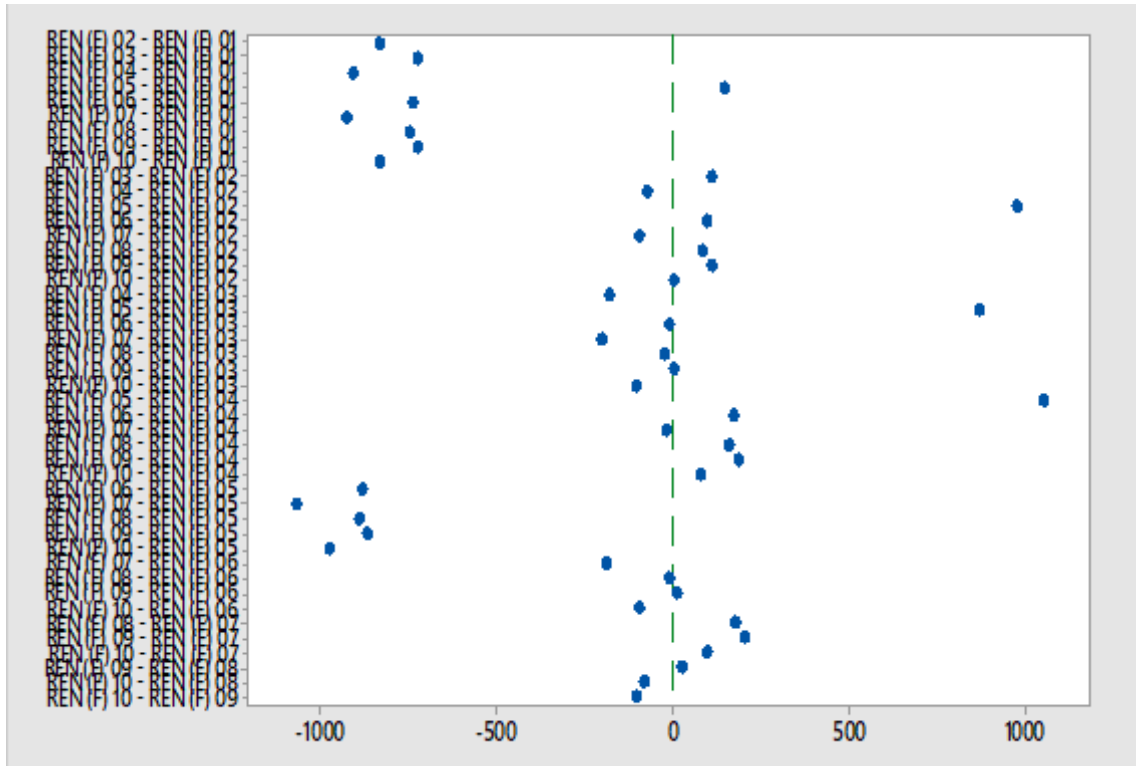
3.3.14.2. Comparaciones en parejas de Fisher de las concentraciones de CO2 en REN – (F).

Tabla 66-3: Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%, condición REN– CO2 – (F).

Factor	N	Media	Agrupación							
REN (F) 05	601	1585,62	A							
REN (F) 01	601	1442,89		B						
REN (F) 09	601	717,92			C					
REN (F) 03	601	717,92			C					
REN (F) 06	601	705,458				D				
REN (F) 08	601	692,49					E			
REN (F) 10	601	610,85						F		
REN (F) 02	601	610,85						F		
REN (F) 04	601	534,58							G	
REN (F) 07	601	515,354								H

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

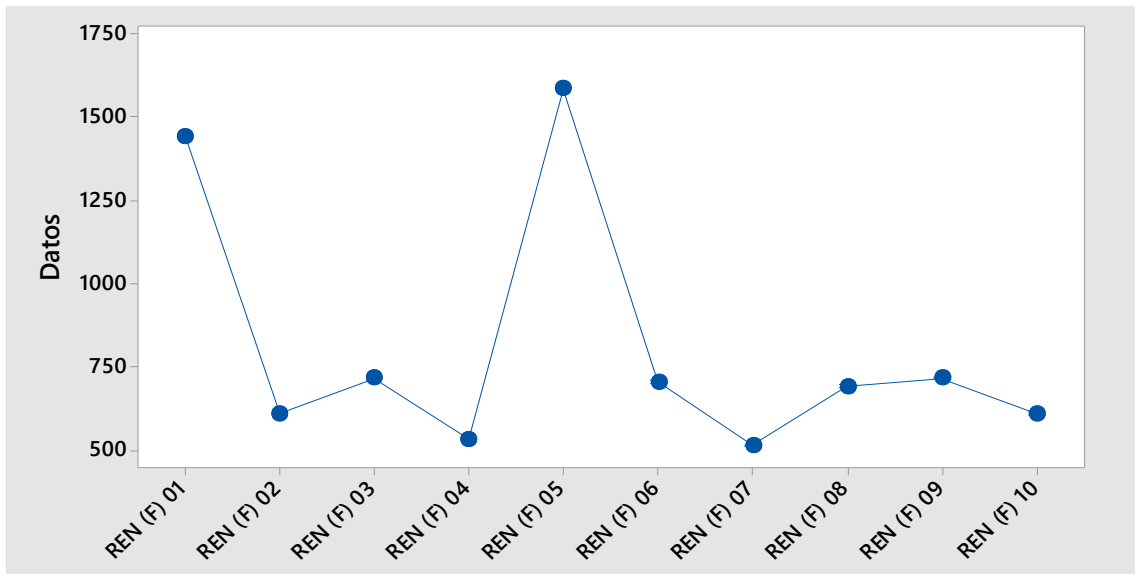
En la tabla anterior, Tabla 66-3. Obtenida del análisis aplicado, a los datos recolectados de las pruebas realizadas en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, en la condición de REN – CO₂ – (F), del sistema de climatización automotriz, simultáneamente muestra la media de cada unidad y consecuentemente presenta las agrupaciones donde las medias de algunas unidades no comparten alguna similitud. Demostrando que las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Gráfica 80-3: ICs individuales del 95% de Fisher REN – CO₂ – (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

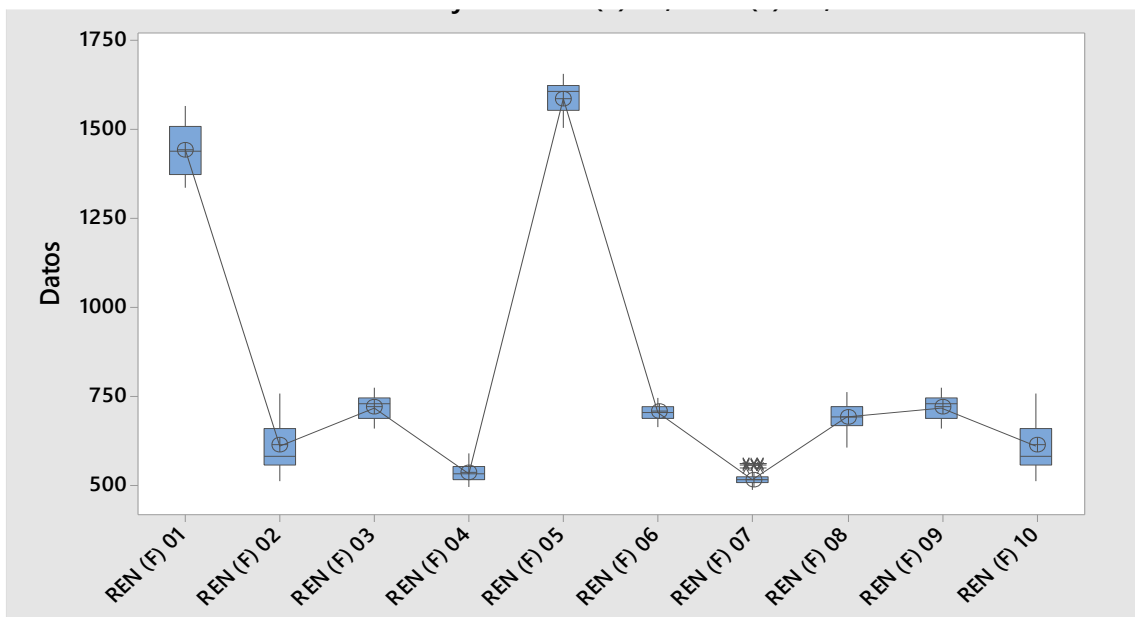
En la gráfica anterior, Gráfica 80-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REN – CO₂ – (F), la representación de esta gráfica menciona que, si un intervalo no contiene ceros, las medidas correspondientes son significativamente diferentes.



Gráfica 81-3: Intervalos de REN – CO2 – (F) .

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 81-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REN – CO2 – (F), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se utilizó para calcular los intervalos.



Gráfica 82-3: Cajas de REN - CO2 – (F).

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

En la gráfica anterior, Gráfica 82-3. Se observa las diferentes comparaciones que se ha realizado en cada unidad de transporte terrestre interprovincial, con el sistema de climatización automotriz en la condición de REN – CO₂ – (F), en la gráfica generada muestra una desviación estándar de cada unidad que esta agrupada, donde, se observa valores atípicos con un nivel alto y en otras con valores bajos.

3.4. Discusión de Resultados.

Tabla 67-3: Promedios de concentraciones de CO, para las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial.

	OFF	RECIRCULACIÓN	RENOVACIÓN
N°	<i>CO (ppm)</i>	<i>CO (ppm)</i>	<i>CO (ppm)</i>
1	8,1812	9,283	5,668
2	12,975	9,142	6,731
3	5,787	5,843	4,138
4	7,347	6,686	4,526
5	6,577	7,083	4,938
6	7,144	6,736	6,257
7	6,602	6,469	5,086
8	8,864	7,168	6,425
9	5,787	5,843	4,138
10	12,975	9,142	6,731

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Con los datos promedios de las mediciones de CO en la función de apagado (OFF) del sistema de climatización de las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial. Se observo que los autobuses 2 y 10 sobrepasan los niveles de moderación e insalubre llegando a niveles de peligro y obteniendo valores altos de 12 y acercándose al 13 ppm de las concentraciones de CO, dando

como resultado que los dos buces son peligrosos y no recomendable para las personas que viajan de un lugar a otro.

Mientras tanto el autobús 1 y 8 llega a niveles de insalubre con valores de 8 y acercándose al 9 ppm de concentraciones de CO, tampoco es recomendable el uso de estos autobuses ya que va a existir un ambiente sofocante para las personas durante el trayecto de su viaje. El resto de los autobuses están en los niveles buenos y moderados con valores en un rango de 5 a 7 ppm, su uso es confortable ya que estos autobuses controlan la calidad del aire dentro del habitáculo para que el viaje sea placentero y que ninguna persona presente síntomas de sueño, mareos o dolores de cabeza y así con la finalidad que las personas puedan viajar seguras y confortables.

En la función de RECIRCULACION de aire del sistema de climatización de las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial, se observó que los autobuses 1, 2 y 10 están en los niveles de insalubre con unos valores altos que sobrepasan las 9 ppm de concentraciones de CO, dando a conocer que estos autobuses no son recomendables ya que en esta función se trata de mantener recirculando el aire para que no se acumulen las concentraciones en el interior del habitáculo. Por lo tanto, el resto de los autobuses esta con sus niveles de bueno y moderado con valores en un rango de 5 a 7 ppm de concentraciones de CO, dando como resultado una temperatura ideal para las personas que están en el interior del habitáculo sintiendo un ambiente confortable y placentero durante el viaje.

En la última función de RENOVACIÓN del aire del sistema de climatización de las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial, se observó que todos los autobuses están en un nivel bueno y moderado ningún autobús sobre pasa los valores de 7 ppm todos los autobuses se encuentran con valores en un rango de 4 a 6 ppm de concentraciones de CO, manteniendo una buena temperatura y calidad de aire dentro del habitáculo, evitando de que las personas sientan cansancio, dolores de cabeza en otros casos mareos y nauseas.

Tabla 68-3: Promedios de concentraciones de CO₂, para las 10 unidades de transporte terrestre interprovincial.

	OFF	RECIRCULACIÓN	RENOVACIÓN
N°	CO ₂ (ppm)	CO ₂ (ppm)	CO ₂ (ppm)
1	1387,89	1185,89	1053,67
2	834,22	590,44	564,22
3	2710,22	1880,44	1208,22

4	710,11	542,78	556,33
5	2773,78	2038,44	1429,89
6	874,56	847,11	771,22
7	5195,00	1909,00	782,78
8	914,00	659,67	717,22
9	2712,89	1880,44	1208,22
10	834,22	590,44	564,22

Realizado por: (Taguada L., Parra A., 2021)

Los diversos datos de CO₂, obtenidos en las pruebas realizadas, posteriormente tabulados. Se realiza la respectiva comparación y discusión de resultados con la normativa ASHRAE 62.1-2019. Donde, manifiesta que se considera como adecuado los niveles de concentración de CO₂, siendo menor o igual a 840 (ppm) y valores aproximados, de esta forma permitiendo la identificación de las unidades de transporte interprovincial, con niveles de concentración adecuados al interior del habitáculo de pasajeros. En la condición de estudio, Apagado (OFF), en la tabla 73-3, se identifica que las unidades 2, 4 y 10, Se encuentran dentro de los parámetros considerados adecuados para brindar un elevado confort a los diversos usuarios de dichas unidades de transporte terrestre. En las otras unidades se observa un elevado porcentaje de concentración de CO₂ (ppm), estos niveles pueden estar siendo alterados por factores externos, como las emisiones del motor de combustión interna, debido que, al realizar la combustión, la evacuación de gases quemados puede estar ingresando al interior del habitáculo, debido a un sistema de escape defectuoso.

En la condición de estudio, Recirculación (REC), en la tabla 73-3, se identifica que en las unidades 2, 4, 6, 8 y 10. Se observan que son valores que se encuentran dentro del parámetro considerado adecuado o se aproximan a dicho valor, presentando un nivel de confort elevado para los diversos usuarios de las unidades de transporte terrestre. Las unidades consideradas con un sistema de climatización defectuoso se descartan por presentar valores muy incrementados de concentración de CO₂ (ppm), al interior del habitáculo de pasajeros.

En la condición de estudio, Renovación (REN), en la tabla 73-3, se aprecia que, en las unidades de transporte terrestre, denominadas 2, 4, 6, 7, 8 y 10. Reflejan valores adecuados en un rango considerados correctos por la normativa ASHRAE 62.1-2019, donde dichos valores permiten generar un alto nivel de confort al interior del habitáculo a los diversos usuarios del transporte

terrestre. En las unidades descartadas, por prestar niveles de concentración muy incrementadas, a la establecida como adecuada para interiores de habitáculos, se recomienda realizar una respectiva comprobación de los sistemas, que pueden estar influenciando directamente de manera externa. Generando un incremento en los niveles de concentración de CO₂ (ppm).

CONCLUSIONES

Se indagó y recopiló información técnico - científico, de las diferentes bases de datos de repositorios de investigaciones realizadas con anterioridad, en donde facilita información que ha sido evaluada y confirmando que es verídica.

Se logró evidenciar que la altitud (msnm), es un factor que influye en la acumulación de las emisiones de CO y CO₂ en el interior del habitáculo, ya que a menor altitud la presión atmosférica es mayor por lo cual las concentraciones son elevadas, mientras tanto, cuando se tiene una mayor altitud la presión atmosférica es menor, dando como resultado, un menor nivel de las concentraciones.

Se analizó el efecto de los niveles de concentración de partículas de CO y CO₂, obtenidas a partir del uso del equipo analizador de gases IAQ TESTO 440 y la sonda de CO y CO₂, conociendo su incidencia en la calidad del aire, consecuentemente influyen directamente en el confort de los diferentes usuarios, del habitáculo del autobús.

Se definió la ruta de recorrido para la recolección de datos, necesarios para el desarrollo del presente trabajo de titulación, las cuales representan las diferentes altitudes debido a la topografía de nuestro país, abarcando dos regiones naturales, para el estudio, Sierra – Oriente, estableciendo una altura contenida entre los 510 hasta los 2754 (msnm).

Se analizó los datos de las mediciones realizadas en el interior del habitáculo de las diferentes unidades de transporte terrestre, mediante la utilización de diagramas de dispersión, grafica de barras, tablas con la finalidad de indicar los resultados obtenidos en las pruebas de ruta, de tal manera que sean fáciles de representar y por parte del lector sea fácil su interpretación.

Se logró evidenciar y corroborar que los niveles de concentraciones de partículas de CO₂, en la condición de estudio, OFF- (D), fueron incrementando con el transcurso del tiempo planteado para la toma de datos, niveles que se incrementan a niveles mucho más elevados de los recomendados por las diferentes organizaciones, los cuales, establecen un rango moderado de 700 ppm a 1000 ppm.

Se logró evidenciar que el CO y CO₂, se ve influenciado en mayor proporción, por el factor principal, que es la altura de la región planteada para el estudio, a menor altura los niveles de concentración se incrementan en un 40 % simultáneamente.

RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan recomendaciones que, son necesarias mencionar, las cuales, se deben tener en cuenta al momento de realizar futuras investigaciones.

Precedentemente a realizar la recolección de datos de las diferentes pruebas, donde, es necesario una conducción prolongada, se debe conocer el estado real de funcionamiento del sistema de climatización.

Se recomienda tener en perfecto estado los equipos y las sondas de CO y CO₂, transportar los equipos en su respectivo maletín para evitar que sean estropeados o golpeados, guardándolos con su respectiva limpieza ya que al momento de realizar la toma de datos puede arrojar valores erróneos, ya que, las sondas pueden estar descalibradas.

Al momento de seleccionar la ruta para el estudio, es recomendable que se tracen rutas que sean de beneficio e interés para su estudio, con la finalidad de representar de mejor manera el trabajo a realizar.

Al momento de adquirir los datos, se aconseja tener mucho cuidado de no estar ubicado cerca de los equipos especialmente de las sondas, para no obtener datos o mediciones erróneas generada por los instrumentos de medición, que para en su análisis respectivo pueda ser relevante en los resultados del estudio.

Mantener la ubicación exacta del equipo, para evitar variaciones en los datos obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

AHMAD SHAFIE, N.E., MOHAMED KAMAR, H. y KAMSAH, N., A CFD simulation of PM1 and CO air contaminants in a bus passenger compartment. *Jurnal Teknologi*, vol. 77, [en línea], 2015a. no. 30, pp. 35-39. [Consulta: 03 agosto 2021]. ISSN 01279696. DOI 10.11113/jt.v77.6863.

AHMAD SHAFIE, N.E., MOHAMED KAMAR, H. y KAMSAH, N., Field measurement of particulate matter inside a bus passenger compartment. *Jurnal Teknologi*, vol. 77, [en línea], 2015b. no. 30, pp. 69-73. [Consulta: 30 agosto 2021]. ISSN 01279696. DOI 10.11113/jt.v77.6870.

ASHRAE, Automobiles and Mass Transit. *ASHRAE Handbook—HVAC Applications (SI)*, no. Atkinson (2007), (United state of America) pp. 9.1-9.20.

ATKINSON, W.J., HILL, W.R. y MATHUR, G.D., The Impact of Increased Air Recirculation on Interior Cabin Air Quality. *SAE Technical Papers*, vol. 2017-March, no, [en línea], 2017, (United state of America). [Consulta: 15 junio 2021]. ISSN 01487191. DOI 10.4271/2017-01-0169.

BRODZIK, K. y FABER, J., In-vehicle air quality – recent trends in requirements and testing methods. *AUTOBUSY – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, [en línea], 2018, (Hong Kong) vol. 19, no. 9, pp. 41-44. [Consulta: 17 junio 2021]. ISSN 1509-5878. DOI 10.24136/atest.2018.279.

CAMPAGNOLI, E. y TORINO, P., Preliminary investigation on thermal behavior of vehicles in different climate conditions, no. 1 (2019), (Malasia) pp. 103-108.

CERTIFICACIÓN, M.Y., "CONTENIDO DE CONTAMINANTES EN EL INTERIOR DE LA CABINA DEL CONDUCTOR Y DEL PASAJERO COMPARTIMIENTO". *Requisitos técnicos y métodos de prueba*. (2016), (United state of America) pp. 1-22.

CHA, Y., In-cabin Carbon Dioxide and Health Effects Yingying Cha Specifications , dimensions and drawings may be subject to change without notice, no, [en línea], 2019, (Taiwan) October. [Consulta: 08 junio 2021]. DOI 10.13140/RG.2.2.22676.86405.

CHEIK, G.C., PERLIS, U.M., KAMARUDIN, L.M., PERLIS, U.M., SHUKRI, S., PERLIS, U.M., ABDULLAH, N.S. y PERLIS, U.M., Monitoreo de dióxido de carbono (CO 2) Acumulación en la cabina del vehículo. , no. Co 2. (2016), (United state of America) pp. 14-17.

DAGNINO S., J., Análisis de varianza. *Revista Chilena de Anestesia*, vol. 43, no. 4, [en línea], 2014, pp. 306-310. [Consulta: 23 junio 2021]. ISSN 07164076.

- DANCA, P.A., NASTASE, I., CROITORU, C., BODE, F. y SANDU, M.**, Thermal comfort evaluation inside a car parked under sun and shadow using a thermal manikin. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 664, no. 1, [en línea], 2021, Reino Unido, pp. 12-64. [Consulta: 08 junio 2021]. ISSN 1755-1307. DOI 10.1088/1755-1315/664/1/012064.
- DIRKS, K., WANG, J.Y.T. y KHAN, A.**, Exposición a la contaminación del aire en relación con el viaje a la escuela : un estudio de caso de Bradford , [en línea], 2016, Reino Unido.
- DIRKS, K.N., TALBOT, N., SALMOND, J.A. y COSTELLO, S.B.**, In-cabin vehicle carbon monoxide concentrations under different ventilation settings. *Atmosphere*, vol. 9, no. 9, [en línea], 2018, New Zeland, pp. 1-14. [Consulta: 18 julio 2021]. ISSN 20734433. DOI 10.3390/atmos9090338.
- FABER, J. y BRODZIK, K.**, Air quality inside passenger cars. *AIMS Environmental Science*, vol. 4, no. 1, [en línea], 2017, (United state of America) pp. 112-133. [Consulta: 11 septiembre 2021]. ISSN 2372-0352. DOI 10.3934/environsci.2017.1.112.
- FALIH, M.**, Ventilation for acceptable indoor air quality. *ASHRAE Standard*, no. 62.1., [en línea], 2004, (United state of America), pp. 11-20. [Consulta: 07 julio 2021]. ISSN 10412336.
- GOH, C.C., KAMARUDIN, L.M., SHUKRI, S., ABDULLAH, N.S. y ZAKARIA, A.**, Monitoring of carbon dioxide (CO₂) accumulation in vehicle cabin. *3rd International Conference on Electronic Design, ICED*, [en línea], 2016, no. August, pp. 427-432. [Consulta: 07 julio 2021]. DOI 10.1109/ICED.2016.7804682.
- KAMAR, H.M. y KAMSAH, N.**, Simulación CFD de la temperatura del aire dentro del compartimiento de pasajeros de un autobús., [en línea], 2015, pp. 5-9.
- KOLLURU, S.S.R., PATRA, A.K. y SAHU, S.P.**, A comparison of personal exposure to air pollutants in different travel modes on national highways in India. *Science of the Total Environment*, vol. 619-620, [en línea], 2018, pp. 155-164. [Consulta: 09 julio 2021]. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2017.11.086.
- KUMAR, P., GUPTA, N.C. y PARMAR, K.S.**, Comparisons of particulate matters exposure to commuters in different transportation modes in Delhi. *Sustainable Environment Research*, vol. 24, no. 5, [en línea], 2014, pp. 373-380. [Consulta: 09 octubre 2021]. ISSN 24682039.
- LEE, T.Y.K. and S.H.**, Combustion and Emission Characteristics of Wood Pyrolysis Oil-Butanol Blended Fuels in a Di Diesel Engine. *International Journal of ...* [en línea], vol. 13, no. 2, 2012, pp. 293-300. [Consulta: 29 octubre 2021]. ISSN 1229-9138. DOI 10.1007/s12239. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007/s12239-012-0027-2>.
- MAR, C.S.**, Trabajo de Diploma Impacto sobre la contaminación atmosférica de la Pensamiento.,

[en línea], 2014, pp. 8-15.

MASIVO, A.Y.T., Automóviles y tránsito masivo. , no. Atkinson., [en línea], 2000, pp. 45-55.

MATHUR, G., Use of Partial Recirculation to Limit Build-Up of Cabin Carbon Dioxide Concentrations to Safe Limits per ASHRAE Standard-62. *SAE Technical Papers*, [en línea], vol. 2020-April, no. April. 2020, (United state of America), [Consulta: 9 noviembre 2021]. ISSN 01487191. DOI 10.4271/2020-01-1245.

MATHUR, G.D., Field tests to monitor build-up of carbon dioxide in vehicle cabin with AC system operating in recirculation mode for improving cabin IAQ and safety. *SAE Technical Papers*, no. [en línea], April 2008, (United state of America), [Consulta: 9 noviembre 2021]. ISSN 26883627. DOI 10.4271/2008-01-0829.

MATHUR, G.D., Development of a Model to Predict Build-up of Cabin Carbon Dioxide Concentrations in Automobiles for Indoor Air Quality. *SAE Technical Papers*, vol. 2017-March, [en línea], 2017, no. March, (United state of America), [Consulta: 9 noviembre 2021]. ISSN 01487191. DOI 10.4271/2017-01-0163.

MATHUR, G.D., Effect of Cabin Volume on Build-up of Cabin Carbon Dioxide Concentrations from Occupant Breathing in Automobiles. *SAE Technical Papers*, vol. 2018-April, no. [en línea], (United state of America), [Consulta: 9 noviembre 2021]. ISSN 01487191. DOI 10.4271/2018-01-0074.

MAXIM, A. y ESTATAL, E.U., Factores sanitarios Indicadores de calidad del transporte de pasajeros en autobús : organización de la investigación instrumental de. , vol. 17, [en línea], 2019.

CP Félix C . Pagliaro Romer., Metodología de la Investigación Prof . o Unidad Didáctica 1 Introducción al Conocimiento Científico. no. April. [en línea], 2020, (España), [Consulta: 12 noviembre 2021]. DOI 10.13140/RG.2.2.34361.31843.

MUSAT, R., BRASOV, U.T., HELEREA, E. y BRASOV, U.T., Parámetros y modelos del vehículo Confort térmico Parámetros y modelos del vehículo Comodidad térmica. , [en línea], 2016, pp. 1-5.

MUSAT, R. y HELEREA, E., Parameters and Models of the Vehicle Thermal Comfort. *Acta Universitatis Sapientiae Electrical and Mechanical Engineering* [en línea], vol. 1, no. January 2009, pp. 215-226. [Consulta: 18 noviembre 2021]. Disponible en: <http://www.acta.sapientia.ro/acta-emeng/C1/emeng1-19.pdf>.

PHAM, L., MOLDEN, N., BOYLE, S., JOHNSON, K. y JUNG, H., Development of a Standard Testing Method for Vehicle Cabin Air Quality Index. *SAE International Journal of Commercial Vehicles*, [en línea], vol. 12, no. 2., 2019, [Consulta: 22 noviembre 2021]. ISSN

19463928. DOI 10.4271/02-12-02-0012.

QIN, D., GUO, B., ZHOU, J., CHENG, H. y CHEN, X., Indoor air formaldehyde (HCHO) pollution of urban coach cabins. *Scientific Reports*, [en línea], vol. 10, no. 1, Bently, 2020., pp. 1-9. [Consulta: 2 junio 2021]. ISSN 20452322. DOI 10.1038/s41598-019-57263-4.

RAVINDRA, K., AGARWAL, N. y MOR, S., Assessment of thermal comfort parameters in various car models and mitigation strategies for extreme heat-health risks in the tropical climate. *Journal of Environmental Management*, [en línea], vol. 267., 2020. [Consulta: 11 octubre 2021]. ISSN 10958630. DOI 10.1016/j.jenvman.2020.110655.

ROJAS REINOSO, E.V., ROMERO HIDALGO, V.J. y PANCHÁ RAMOS, J.M., Análisis del comportamiento de las emisiones de CO₂, CO y del factor lambda de un vehículo con sistema de inyección convencional con catalizador y sin catalizador. *Ingenius*, [en línea], no. 23, Ecuador, 2019. pp. 23-29. [Consulta: 1 noviembre 2021]. ISSN 1390-650X. DOI 10.17163/ings.n23.2020.02.

SAIKIN, A.M., BUZNIKOV, S.E., ZHURAVLEV, A. V., ZAYTSEVA, E.P., LEBEDEV, A. V. y KUZNETSOV, D.A., Test Methods and Equipment for Assessment of Passenger Compartment Environmental Parameters of Modern and Advanced Driverless Vehicles. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, [en línea], vol. 819, no. 1., España, 2020. [Consulta: 12 noviembre 2021]. ISSN 1757899X. DOI 10.1088/1757-899X/819/1/012029.

SC, C. y SC, C.O.M., No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. , China, 2013, pp. 10-17. [Consulta: 18 noviembre 2021].

SZCZUREK, A. y MACIEJEWSKA, M., Categorisation for air quality assessment in car cabin. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, [en línea], vol. 48, España, 2016., pp. 161-170. [Consulta: 12 noviembre 2021]. ISSN 13619209. DOI 10.1016/j.trd.2016.08.015. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2016.08.015>.

TESTO, Medidores para climatización., [en línea], 2021. , pp. 1-12. [Consulta: 5 noviembre 2021].

WANG, Y., YANG, L., HAN, S., LI, C. y RAMACHANDRA, T. V., Urban CO₂ emissions in Xi'an and Bangalore by commuters: implications for controlling urban transportation carbon dioxide emissions in developing countries. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, [en línea], vol. 22, no. 7, Malasia, 2017., pp. 993-1019. [Consulta: 20 diciembre 2021]. ISSN 15731596. DOI 10.1007/s11027-016-9704-1.

ZHANG, L., QI, L., LIU, J. y WU, Q., Experimental study on dynamic thermal environment of passenger compartment based on thermal evaluation indexes. *Science Progress*, [en línea], vol.

103, no. 3, Malasia, 2020. pp. 1-21. [Consulta: 2 diciembre 2021]. ISSN 20477163. DOI 10.1177/0036850420942991.

ZHOU, X., LAI, D. y CHEN, Q., Experimental investigation of thermal comfort in a passenger car under driving conditions. *Building and Environment*, [en línea], vol. 149, San Francisco, 2019, pp. 109-119. [Consulta: 2 julio 2021]. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2018.12.022.

ANEXOS

ANEXO A: Protocolo Modo Registro de CO2.

Protocolo Modo Registro		Protocolo Modo Registro		Protocolo Modo Registro	
Proyecto: _____	Fecha: _____	Proyecto: _____	Fecha: _____	Proyecto: _____	Fecha: _____
Instalación: _____		Instalación: _____		Instalación: _____	
Contacto: _____	Número de pedido: _____	Contacto: _____	Número de pedido: _____	Contacto: _____	Número de pedido: _____
Información de medición		Información de medición		Información de medición	
Aplicación: Modo registro		Aplicación: Modo registro		Aplicación: Modo registro	
Fecha/Hora: 28/7/2021 8:17:24		Fecha/Hora: 28/7/2021 8:17:48		Fecha/Hora: 28/7/2021 8:20:00	
Intervalo: 1 s		Intervalo: 1 s		Intervalo: 1 s	
Puntos medidos: 661		Puntos medidos: 661		Puntos medidos: 661	
Inicio: 28/7/2021 8:07:24		Inicio: 28/7/2021 8:17:48		Inicio: 28/7/2021 8:20:00	
Fin: 28/7/2021 8:17:24		Fin: 28/7/2021 8:17:48		Fin: 28/7/2021 8:20:00	
Duración Medición: 0:10:00		Duración Medición: 0:18:00		Duración Medición: 0:20:00	
Presión ambiente: 73,4 kPa		Presión ambiente: 73,4 kPa		Presión ambiente: 73,4 kPa	
Información equipo y sonda		Información equipo y sonda		Información equipo y sonda	
Nombre del instrumento 440		Nombre del instrumento 440		Nombre del instrumento 440	
Núm serie instrum: 82364525		Núm serie instrum: 82364525		Núm serie instrum: 82364525	
Versión del firmware V 1.0.7		Versión del firmware V 1.0.7		Versión del firmware V 1.0.7	
Sonda: 6321590		Sonda: 6321590		Sonda: 6321590	
Núm. De serie sonda: 58618694		Núm. De serie sonda: 58618694		Núm. De serie sonda: 58618694	
Fecha medición		Fecha medición		Fecha medición	
ppm CO2 %RH [kPa] %kPa [kPa]		ppm CO2 %RH [kPa] %kPa [kPa]		ppm CO2 %RH [kPa] %kPa [kPa]	
Mean	2263 39,8 73,45	Mean	2818 39,1 74,64	Mean	1141 39 75,67

Realizado por: (Taguada. L., Parra. A., 2021)

ANEXO B: Valores de concentración de CO2.

Fecha medicion						Fecha medicion						Fecha medicion					
ppm CO2						ppm CO2						ppm CO2					
Mean	Min	Max	Std	Min	Max	Mean	Min	Max	Std	Min	Max	Mean	Min	Max	Std	Min	Max
1056	70.5	88.28				1054	70.2	88.58				1015	71.8	89.48			
1475	71.3	88.58				1003	73.3	89.18				1145	73.2	89.98			
1209	69.9	87.8				980	70.7	87.84				859	70.7	89.07			
Puntos	Fecha	Hora	ppm CO2	Min	Max	Puntos	Fecha	Hora	ppm CO2	Min	Max	Puntos	Fecha	Hora	ppm CO2	Min	Max
1	28/7/2021	10:14:33	1187	71.2	87.9	1	28/7/2021	10:24:45	1003	71.3	87.89	1	28/7/2021	10:35:00	1040	73.1	89.37
2	28/7/2021	10:14:34	1187	71.2	87.9	2	28/7/2021	10:24:47	1003	71.3	87.89	2	28/7/2021	10:35:01	1040	73.1	89.37
3	28/7/2021	10:14:35	1192	71.2	87.82	3	28/7/2021	10:24:48	1002	70.9	87.87	3	28/7/2021	10:35:02	1040	73.1	89.37
4	28/7/2021	10:14:36	1192	71.2	87.82	4	28/7/2021	10:24:49	1002	70.9	87.87	4	28/7/2021	10:35:03	1042	73.0	89.1
5	28/7/2021	10:14:37	1192	71.2	87.82	5	28/7/2021	10:24:50	1002	70.9	87.87	5	28/7/2021	10:35:04	1042	73.0	89.1
6	28/7/2021	10:14:38	1194	71.2	87.82	6	28/7/2021	10:24:51	1000	70.9	87.85	6	28/7/2021	10:35:05	1042	73.0	89.1
7	28/7/2021	10:14:38	1194	71.2	87.82	7	28/7/2021	10:24:52	1000	70.9	87.85	7	28/7/2021	10:35:06	1042	73.0	89.1
8	28/7/2021	10:14:40	1194	71.2	87.82	8	28/7/2021	10:24:53	1000	70.9	87.85	8	28/7/2021	10:35:07	1042	73.0	89.1
9	28/7/2021	10:14:41	1193	71.2	87.83	9	28/7/2021	10:24:54	1194	70.9	87.8	9	28/7/2021	10:35:08	1045	73.0	89.1
10	28/7/2021	10:14:42	1193	71.2	87.83	10	28/7/2021	10:24:55	1194	70.9	87.8	10	28/7/2021	10:35:09	1045	73.0	89.1
11	28/7/2021	10:14:43	1193	71.2	87.83	11	28/7/2021	10:24:56	1194	70.9	87.8	11	28/7/2021	10:35:10	1045	73.0	89.1
12	28/7/2021	10:14:44	1193	71.1	87.84	12	28/7/2021	10:24:57	1194	70.9	87.78	12	28/7/2021	10:35:11	1045	73.0	89.1
13	28/7/2021	10:14:45	1193	71.1	87.84	13	28/7/2021	10:24:58	1193	70.9	87.78	13	28/7/2021	10:35:12	1045	73.1	89.1
14	28/7/2021	10:14:46	1193	71.1	87.84	14	28/7/2021	10:24:59	1193	70.9	87.78	14	28/7/2021	10:35:13	1046	73.1	89.1
15	28/7/2021	10:14:47	1193	71.1	87.85	15	28/7/2021	10:25:00	1193	71.1	87.77	15	28/7/2021	10:35:14	1046	73.1	89.1
16	28/7/2021	10:14:48	1193	71.1	87.85	16	28/7/2021	10:25:01	1193	71.1	87.77	16	28/7/2021	10:35:15	1052	73.1	89.1
17	28/7/2021	10:14:48	1193	71.1	87.85	17	28/7/2021	10:25:02	1193	71.1	87.77	17	28/7/2021	10:35:16	1052	73.1	89.1
18	28/7/2021	10:14:50	1193	71.1	87.86	18	28/7/2021	10:25:03	1193	71.1	87.75	18	28/7/2021	10:35:17	1052	73.1	89.1
19	28/7/2021	10:14:51	1193	71.1	87.86	19	28/7/2021	10:25:04	1193	71.1	87.75	19	28/7/2021	10:35:18	1053	73.1	89.1
20	28/7/2021	10:14:52	1193	71.1	87.86	20	28/7/2021	10:25:05	1193	71.1	87.75	20	28/7/2021	10:35:19	1053	73.1	89.1
21	28/7/2021	10:14:53	1192	71.2	87.88	21	28/7/2021	10:25:06	1193	70.9	87.77	21	28/7/2021	10:35:20	1053	73.1	89.1
22	28/7/2021	10:14:54	1192	71.2	87.88	22	28/7/2021	10:25:07	1193	70.9	87.77	22	28/7/2021	10:35:21	1053	73.1	89.1
23	28/7/2021	10:14:55	1192	71.2	87.88	23	28/7/2021	10:25:08	1193	70.9	87.77	23	28/7/2021	10:35:22	1075	73.1	89.1
24	28/7/2021	10:14:56	1193	71.3	87.91	24	28/7/2021	10:25:09	1193	70.9	87.76	24	28/7/2021	10:35:23	1075	73.1	89.1
25	28/7/2021	10:14:57	1193	71.3	87.91	25	28/7/2021	10:25:10	1193	70.9	87.76	25	28/7/2021	10:35:24	1075	73.1	89.1
26	28/7/2021	10:14:58	1193	71.3	87.91	26	28/7/2021	10:25:11	1193	70.9	87.76	26	28/7/2021	10:35:25	1087	73.1	89.1
27	28/7/2021	10:14:59	1187	71.3	87.93	27	28/7/2021	10:25:12	1193	70.9	87.76	27	28/7/2021	10:35:26	1087	73.1	89.1
28	28/7/2021	10:15:00	1187	71.3	87.93	28	28/7/2021	10:25:13	1193	70.9	87.76	28	28/7/2021	10:35:27	1087	73.1	89.1
29	28/7/2021	10:15:01	1187	71.3	87.93	29	28/7/2021	10:25:14	1193	70.9	87.76	29	28/7/2021	10:35:28	1088	73.2	89.1
30	28/7/2021	10:15:02	1186	71.2	87.9	30	28/7/2021	10:25:15	1193	70.9	87.77	30	28/7/2021	10:35:29	1088	73.2	89.1
31	28/7/2021	10:15:03	1186	71.2	87.9	31	28/7/2021	10:25:16	1193	70.9	87.77	31	28/7/2021	10:35:30	1087	73.2	89.1
32	28/7/2021	10:15:04	1186	71.2	87.9	32	28/7/2021	10:25:17	1193	70.9	87.77	32	28/7/2021	10:35:31	1087	73.2	89.1
33	28/7/2021	10:15:05	1186	71.1	87.99	33	28/7/2021	10:25:18	1177	70.9	87.77	33	28/7/2021	10:35:32	1087	73.2	89.1
34	28/7/2021	10:15:06	1186	71.1	87.99	34	28/7/2021	10:25:19	1177	70.9	87.77	34	28/7/2021	10:35:33	1087	73.0	89.1
35	28/7/2021	10:15:07	1186	71.1	87.99	35	28/7/2021	10:25:20	1177	70.9	87.77	35	28/7/2021	10:35:34	1118	72.9	89.1
36	28/7/2021	10:15:08	1187	71.1	87.96	36	28/7/2021	10:25:21	1174	70.8	87.79	36	28/7/2021	10:35:35	1118	72.9	89.1
37	28/7/2021	10:15:09	1187	71.1	87.98	37	28/7/2021	10:25:22	1174	70.8	87.79	37	28/7/2021	10:35:36	1119	72.7	89.1
38	28/7/2021	10:15:10	1187	71.1	87.98	38	28/7/2021	10:25:23	1174	70.8	87.79	38	28/7/2021	10:35:37	1119	72.7	89.1

Realizado por: (Taguada. L., Parra. A., 2021)

ANEXO C: Niveles de CO₂ Recomendados por diferentes organismos.

Agency	Recommended limit of CO₂ level	Document
ASHRAE (2001)	700 ppm	ASHRAE/ANSI, Standard 62-2001, Ventilation for acceptable indoor air quality, American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers., Inc., Atlanta, GA, 2001
Audit commission, HK (2011)	800 ppm (Excellent IAQ)	Government initiatives to improve indoor air quality, Environment Bureau- Environmental Protection Department (Audit commission Hong Kong, 2011)
EFA, UK (2018)	1000 ppm	Building Bulletin 101 Guidelines on ventilation, thermal comfort and indoor air quality in schools, Version 1 2018 (EFA, 2018)
Audit commission, HK (2011)	1000 ppm (Good IAQ)	Government initiatives to improve indoor air quality, Environment Bureau- Environmental Protection Department (Audit commission HongKong, 2011)
Taiwan EPA	1000 ppm	Taiwan Environmental Protection Administration
ACGIH*	5000 ppm	Threshold limit values (TLVs) and biological exposure indices (BEIs) based on the documentation of the threshold limit values for chemical substance and physical agents (2019)
OSHA	5000 ppm	Permissible exposure limits for chemical contaminants, reviewed in 2018
NASA	5000 ppm	Chronic Exposure to Moderately Elevated CO ₂ During Long-Duration Space Flight, National Aeronautics and Space Administration (NASA) (Cronyn, et al., 2012)

ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists

OSHA: Occupational Safety and Health Administration, United States Department of Labor

NASA: National Aeronautics and Space Administration

Fuente: (Cha 2019)