



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

TEMA:

**“DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ EQUIVALENTE DE LOS
TIPOS DE SOLDADURA UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE
CARROCERÍAS METÁLICAS DEL BUS TIPO.”**

AUTOR: Mario Alexander Villalba Yambay

TUTOR: Ing. Msc. Diego Moya

Ambato – Ecuador

2017

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del proyecto técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: “DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ EQUIVALENTE DE LOS TIPOS DE SOLDADURA UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE CARROCERÍAS METÁLICAS DEL BUS TIPO.” Realizado por el señor Mario Alexander Villalba Yambay, estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico que:

Que el presente proyecto es original de su autor.

Ha sido revisado cada uno de los capítulos.

Es concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, 31 Agosto del 2017

Ing. Msc. Diego Moya

TUTOR DEL PROYECTO TÉCNICO

AUTORÍA DEL TRABAJO

Declaro que el contenido del proyecto técnico: “DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ EQUIVALENTE DE LOS TIPOS DE SOLDADURA UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE CARROCERÍAS METÁLICAS DEL BUS TIPO.” Así como las ideas, resultados, conclusiones, son auténticos y de responsabilidad exclusiva de mi persona en calidad de autor del proyecto.

Ambato, 31 Agosto del 2017

Mario Alexander Villalba Yambay

C.I: 1804538575

AUTOR DEL PROYECTO TÉCNICO

APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, ya revisado en su totalidad el proyecto técnico realizado por señor Mario Alexander Villalba Yambay de la carrera de Ingeniería Mecánica, aprueban el tema: “DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ EQUIVALENTE DE LOS TIPOS DE SOLDADURA UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE CARROCERÍAS METÁLICAS DEL BUS TIPO.”

Ambato, 31 Agosto del 2017

Ing. Mg. Alex Mayorga

Ing. Mg. Santiago Cabrera

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que de este Proyecto Técnico o parte de él haga un documento para la lectura, consulta e investigación según normas Institucionales.

Cedo todos los derechos del Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción del mismo dentro de las regulaciones de la Universidad, Siempre que dicha reproducción no represente ganancia económica y se realice bajo mis derechos de autor.

Ambato, 31 Agosto del 2017

Mario Alexander Villalba Yambay

C.I: 1804538575

AUTOR DEL PROYECTO TÉCNICO

DEDICATORIA

Este proyecto técnico se lo dedico de manera muy especial a mi madre pues ella fue el principal cimiento para mi vida profesional, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación.

A mi padre que estuvo apoyándome de igual manera con sus palabras y consejos en los momentos que más lo requería.

A mis hermanos por acompañarme en este camino y formar parte de mi vida, gracias por las risas las lágrimas los triunfos y fracasos que hemos compartido.

AGRADECIMIENTO

A mi familia por su apoyo moral e incondicional.

A mis compañeros y amigos que me han apoyado en lo que he necesitado a lo largo de mi formación profesional.

A los ingenieros de la carrera de Ingeniería Mecánica gracias a sus conocimientos impartidos ya que pude cumplir todos mis objetivos.

De manera muy especial al Ing. Msc Diego Armando Moya Pinto y a la Ing. M. Eng. Paucar Samaniego Mayra Alejandra por su apoyo durante la realización del presente proyecto transmitiéndome su ayuda, conocimiento y por su calidad de persona.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN	II
AUTORÍA DEL TRABAJO	III
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO	IV
DERECHOS DE AUTOR	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
RESUMEN EJECUTIVO	XV
EXECUTIVE SUMMARY	XVI
CAPÍTULO I	1
ANTECEDENTES	1
1.1 Tema	1
1.2 Antecedentes.....	1
1.2.1 Protocolo de KYOTO	1
1.2.2 Huella de carbono	1
1.2.3 Norma ISO 14064	1
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivos	3
1.4.1 General	3
1.4.2 Específicos	3
CAPÍTULO II	4
FUNDAMENTACIÓN	4
2.1. Investigaciones previas	4
2.1.1. Artículos Científicos	4
2.1.2. Trabajos de grado.....	5
2.2 Fundamentación teórica	6
2.2.1 Antecedentes de la industria metalmecánica.....	6
2.3 Fundamentos de la fabricación del bus tipo	7
2.3.1 Componentes principales en la fabricación de un bus	7

2.3.1.1 Carrocería.....	7
2.3.1.2 Estructura del piso.....	8
2.3.1.4 Esqueleto del techo	9
2.3.1.5 Esqueleto delantero	9
2.3.1.6 Esqueleto posterior.....	10
2.3.1.7 Pasos de ruedas	11
2.3.1.8 Chasis	11
2.4 Descripción del producto y aplicaciones.....	11
2.4.1 Actividad principal:.....	11
2.4.2 Diagrama de flujo de fabricación del bus tipo	12
2.5 Procesos de soldadura en la fabricación del bus tipo.....	12
2.5.1 Definición de soldadura	12
2.5.2 Clasificación de los procesos de soldadura.....	13
2.5.2.1 Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW)	13
2.5.2.1.1 Parámetros del proceso SMAW.....	14
2.5.2.1.2 Máquinas utilizadas para soldar con proceso SMAW y tipo de corriente ..	15
2.5.2.1.3. Electrodo	17
2.5.2.2 Soldadura por arco eléctrico con protección gaseosa (GMAW).....	19
2.5.2.2.1 Principios de operación	20
2.5.2.2.2 Aspectos operativos del equipo.....	21
2.5.2.2.3 Fuentes de poder	21
2.5.2.2.4 Gases utilizados.....	22
2.5.2.2.5 Factores para seleccionar el gas protector.....	23
2.6 Medición de emisiones de CO ₂ por tipo de soldadura.	25
2.6.1 Gases de Efecto Invernadero.....	25
2.6.2 Gases de Combustión.....	26
2.6.2.1 Componentes de los gases de combustión	26
2.6.3 Analizadores de Gases de Combustión	26
2.6.3.1 Analizador portátil Testo 335	27
2.6.3.2 Características técnicas del equipo.....	28
2.6.3.2.1 Partes de instrumento de medición	28
2.6.3.2.2 Componentes del analizador	29
2.6.3.2.3 Teclado.....	30

2.6.3.2.4 Encabezado	31
2.6.3.2.5 Conexiones de componentes	31
2.6.3.2.6 Interfaces	32
2.6.4 Especificaciones Técnicas.....	33
2.6.5 Clasificación de analizadores por su diseño.....	36
2.6.6 Tipos de sensores	36
2.6.7 Aplicaciones del equipo	37
CAPÍTULO III.....	38
METODOLOGÍA	38
3.1 Selección de alternativas	38
3.1.1 Metodología estándar comparativa del protocolo de GEI con directrices del IPCC.....	38
3.1.1 pasos de cálculo de emisiones de GEI	39
3.1.1.1 Determinación de límites de la organización	39
3.1.1.2 Determinación de los límites operativos y exclusiones	40
3.1.1.3 Alcance del estudio	42
3.1.1.4 Año base.....	43
3.1.1.5 Factores de la cuantificación.....	43
3.1.1.6 Cálculo operativo	43
3.2 Procedimiento para la estimación del CO ₂ equivalente	44
3.2.2 Procedimiento para realizar una medición	44
3.2.2.1 Medición de la temperatura ambiente	44
3.2.2.2 Selección de la localización de memoria	44
3.2.2.3 Creación de la subcarpeta para las mediciones	44
3.2.2.4 Creación de un Programa de medición	45
3.2.2.5 Inicialización de la medición.	46
3.2.2.6 Tabla de Datos.....	46
3.2.2.7 Recomendaciones para la toma de datos.....	47
3.3 Toma de muestra.....	49
3.3.1 Utilización de la estrategia de muestreo.....	49
3.4 Resultados obtenidos.....	50
3.5 Análisis de resultados.....	52
3.6 Discusión de resultados.....	54

3.6.1 Consecuencias del CO ₂ en el calentamiento global.	55
3.6.1.1 Impactos sobre el agua	55
3.6.1.2 Impactos del cambio climático en la producción de alimentos.....	55
3.6.1.3 Impactos del cambio climático en la salud humana.....	55
3.6.2 Consecuencias del CO en la salud humana.....	56
3.6.2.1 Riesgos en el sistema respiratorio	56
3.6.2.2 Riesgos en el riñón	56
3.6.2.3 Riesgos en el sistema nervioso.....	56
3.6.2.4 Otros problemas de salud	56
3.6.3 Acciones para reducir las emisiones de CO ₂	57
CAPÍTULO IV	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
4.1 Conclusiones	58
4.2 Recomendaciones.....	59
4.3. Bibliografía	60
ANEXOS	63
ANEXO A1: Catálogo TESTO soluciones de medición	64
ANEXO A2: INDURA Ficha Técnica del electrodo E6011	69
ANEXO A3: INDURA Ficha Técnica alambre sólido ER 70S-6	70
ANEXO A4: Factores de Emisión	71
ANEXO A5: Resultado de mediciones de SMAW	72
ANEXO A6: Resultado de mediciones de GMAW	73
ANEXO A7: Toma de datos en distintos puntos de la carrocería proceso SMAW	74
ANEXO A8: Toma de datos en distintos puntos de la carrocería proceso GMAW	76
ANEXO A9: Filtro de la sonda SMAW y GMAW	78
ANEXO A10: Máquinas soldadoras.....	79
ANEXO A11: Mediciones del equipo proceso SMAW	80
ANEXO A12: Mediciones del equipo proceso GMAW.....	81
ANEXO A13: Hoja electrónica para el cálculo de las emisiones de CO ₂ equivalente.	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Esqueleto de carrocería [12].....	8
Fig. 2: Estructura del piso [12].	8
Fig. 3: Estructuras laterales y componentes [13].....	9
Fig. 4: Estructura del Techo [12].....	9
Fig. 5: Estructura frente [12].	10
Fig. 6: Estructura Posterior [12].	10
Fig. 7: Chasis [12].	11
Fig. 8: Flujograma de fabricación de Bus Tipo	12
Fig. 9: Esquema de soldadura por arco eléctrico [15].	14
Fig. 10: Parámetros del cordón de soldadura [15].....	15
Fig. 11: Máquina Soldadora [14].....	15
Fig. 12: Designación del electrodo [16].	18
Fig. 13: Esquema del Circuito GMAW [14].	20
Fig. 14: Transferencia por corto circuito	24
Fig. 15: Transferencia globular.....	24
Fig. 16: Transferencia Spray.....	24
Fig. 17: Analizadores de gases Testo [21].....	27
Fig. 18: Partes del analizador	28
Fig. 19: Componentes del Instrumento.....	29
Fig. 20: Teclado del analizador	30
Fig. 21: Encabezado de pantalla	31
Fig. 22: Conexiones de Componentes	31
Fig. 23: Interfaces	32
Fig. 24: Pasos Metodológicos [24].	39
Fig. 25: Esquema de alcances [2].	42
Fig. 26: Foto frontal de Carrocerías Los Andes	43
Fig. 27: a) Selección de memory, b) Ingreso del nombre de carpeta	44
Fig. 28: a) Creación subcarpeta los andes, b) Menú Principal	45
Fig. 29: a) Selección del programa, b) Configuración de programa.	45
Fig. 30: a) Selección de gas natural, b) Verificación de parámetros del gas.	46

Fig. 31: a) Inicialización de enceramiento, b) Enceramiento 30 seg., c) Medición de gases.....	46
Fig. 32: Datos obtenidos durante la medición de gases.....	47
Fig. 33: Medición de gases de combustión.....	48
Fig. 34: Representación gráfica de muestreos [25, 26]	50
Fig. 35: Parámetros de ambiente de CO [20].	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros del proceso SMAW [15].	14
Tabla 2: Características principales de la máquina de soldar [15].	16
Tabla 3: Clasificación de las máquinas de soldar [15].	16
Tabla 4: Funciones del revestimiento [15, 16].	17
Tabla 5: Tipos de Revestimiento se los Electroodos según la AWS A5.1 [16].	18
Tabla 6: Composición química [17].	19
Tabla 7: Gases usados en la práctica [15].	23
Tabla 8: Gases Efecto Invernadero [18].	25
Tabla 9: Descripción de las partes del analizador.	28
Tabla 10: Descripción de los componentes del instrumento.	29
Tabla 11: Teclado del analizador.	30
Tabla 12: Descripción del encabezado de la pantalla.	31
Tabla 13: Descripción de las conexiones de componentes.	32
Tabla 14: Descripción de las interface.	32
Tabla 15: Datos Técnicos Generales TESTO 335 [22].	33
Tabla 16: Datos Técnicos TESTO 335 [22].	34
Tabla 17: Clasificación de analizadores [9, 22].	36
Tabla 18: Tipo de sensores y sus principios de medición [9].	36
Tabla 19: Alcance 1 Datos de Emisiones Directas.	40
Tabla 20: Fuente de las GEI.	41
Tabla 21: Alcance 2 Datos de Emisiones Indirectas.	41
Tabla 22: Fuente de las GEI.	41
Tabla 23: Variables/Descripción de información del analizador.	47
Tabla 24: Valores de Combustión [20].	49
Tabla 25: Nivel de concentración más de O ₂ , CO, CO ₂ .	51
Tabla 26: Nivel de concentración más de O ₂ , CO, CO ₂ .	51
Tabla 27: Datos de la actividad.	52
Tabla 28: Resultados obtenidos.	52
Tabla 29: Valores de referencia y concentraciones aconsejadas para algunos contaminantes ambientales industriales.	53
Tabla 30: Estándares de Calidad del Aire Ambiente de la EPA [27].	53

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

“DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ EQUIVALENTE DE LOS TIPOS DE SOLDADURA UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE CARROCERÍAS METÁLICAS DEL BUS TIPO.”

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto técnico permite el análisis de CO₂ equivalente de los tipos de soldadura utilizados en la fabricación del bus tipo, para medir la contaminación producida por gases de efecto invernadero (GEI) en el sector industrial y así estimar los niveles de contaminación producidos en la fabricación.

Para lograr el desarrollo del estudio se realizó la investigación previa de las metodologías que desarrolla la IPCC para evaluar los niveles de contaminación en las organizaciones, la cual incluye el análisis de huella de carbono en la actividad industrial carrocería en este caso, el mismo que evalúa el factor principal que intervienen en los tipos de soldadura entre otros.

Se llevó a cabo las mediciones de soldadura SMAW y GMAW que intervienen al momento de la fabricación de la carrocería del bus tipo con el medidor de gases TESTO 335.

Con la obtención de las mediciones se logró determinar los niveles de CO₂-e que se emiten a la atmósfera dando a conocer a la organización el nivel de contaminación y así reducir el efecto de los gases que se emite al momento de la construcción de la estructura del bus tipo.

AMBATO TECHNICAL COLLEGE
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND MECHANIC
CAREER OF MECHANICAL ENGINEERING

“DETERMINATION OF THE EMISSIONS OF CO₂ EQUIVALENT OF THE TYPES OF WELDING USED THE MANUFACTURE OF METALIC BODIES OF THE TYPE BUS.”

EXECUTIVE SUMMARY

This technical project, its analysis of CO₂ equivalent, of the types of welding used in the manufacture of the bus type, for the pollution produced by greenhouse gases (GHG) in the industrial sector and thus estimate the levels of pollution produced in manufacturing.

Previous investigation of the methodologies developed by the IPCC to evaluate the pollution levels in the organizations, which includes the analysis of carbon footprint in the industrial bodywork industry, in this case, which evaluates the main factor involved in the types of welding, among others.

The SMAW and GMAW welding measurements were carried out that intervene at the time of the manufacture of the body of the type bus with the TESTO 335 gas meter.

With the obtaining of the measurements it was possible to determine the levels of CO₂ that are emitted to the atmosphere giving to the organization the level of pollution and thus reduce the effect of the gases that is emitted at the moment of the construction of the structure of the type bus.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 Tema

“DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ EQUIVALENTE DE LOS TIPOS DE SOLDADURA UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE CARROCERÍAS METÁLICAS DEL BUS TIPO.”

1.2 Antecedentes

1.2.1 Protocolo de KYOTO

El Protocolo de Kyoto, instrumento legal de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Los países industrializados y la Unión Europea, son los principales responsables de altos niveles de Gases Efecto Invernadero (GEI), que hay actualmente en la atmósfera. El protocolo tiene la finalidad reducir las emisiones de (GEI) [1].

Existen 160 estados comprometidos, con este protocolo se exige el cumplimiento de reducción de emisiones de gases del 5 % a nivel global. Principalmente las actividades de generación de electricidad, el refinado de hidrocarburos, entre otros [1].

1.2.2 Huella de carbono

La huella de carbono, mide la cantidad total de emisiones de CO₂ y otros gases liberados a la atmósfera, producidos directa o indirectamente por una organización, producto o servicio a lo largo del ciclo de vida del mismo. Para determinar la cantidad total de emisiones, utilizamos la norma ISO¹ 14064 para la medición de GEI [1, 2].

1.2.3 Norma ISO 14064

La Norma ISO 14064, menciona los requisitos para determinar los límites de la emisión de GEI y cuantificar las emisiones de la organización e identificar las

¹ ISO. - International Organization for Standardization.

actividades o acciones específicas de la compañía con el objeto de mejorar la gestión de estos gases [2].

1.3 Justificación

La Huella de Carbono, definida en forma muy general, representa la cantidad de Gases Efecto Invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios, y es considerada una de las más importantes herramientas para cuantificar las emisiones de dichos gases. Los GEI, definidos en el protocolo Kioto el año 1997, forman una capa permanente en la parte media de la atmósfera que impide que toda la radiación solar que es devuelta por la tierra pueda salir, provocando con ello que la temperatura bajo la capa aumente [2].

Los Gases Efecto Invernadero (GEI) provocan que la energía que llega a la Tierra sea devuelta más lentamente, por lo que es mantenida más tiempo junto a la superficie elevando la temperatura, a este fenómeno se lo conoce como Efecto Invernadero (EI). El rápido incremento de la temperatura global es producto del “efecto invernadero”, debido a la liberación de GEI de origen antropogénico a la atmósfera [2].

No todos los GEI tienen la misma capacidad de provocar calentamiento global, pero su intensidad depende de su poder de radiación y el tiempo promedio que la molécula del gas permanece en la atmósfera. Si estos dos factores se consideran juntos, al promedio de calentamiento que pueden causar, se le conoce como “Potencial de Calentamiento Global” o PCG por sus siglas en inglés, el cual es obtenido matemáticamente y es expresado en relación con el nivel de (CO_2), es decir, el PCG tiene por unidad de dióxido de carbono equivalente ($\text{CO}_2\text{-e}$) [1].

El Ecuador, en el 2004 obtuvo un total de emisiones del 29,168 Kt CO_2 equivalente y se ha evidenciado que desde este año; al 2014, se ha incrementado casi un 60% teniendo un total de emisiones del 45,805 Kt CO_2 equivalente [3].

Las emisiones de GEI en el Ecuador se producen en los siguientes sectores estratégicos los cuales son: Producción, Centrales Eléctricas, Autoproductos, Centro de Gas,

Consumo propio, Transporte, Industrial, Residencial, Comercial, Agro-Pesca, Construcción, No Energético [3].

Con esta investigación, se aportara datos aproximados del CO₂ equivalente de los tipos de soldadura para así brindar un aporte de referencia a la sociedad de estos datos y con esto reducir el porcentaje de CO₂ equivalente en el sector Industrial ya que fue al 2014 de 6,087 Kt CO₂ equivalente [3].

Esta investigación, se centrará en el sector Industrial, específicamente a la producción del Bus Tipo, debido a que en el 2014 en este sector se ha obtenido un total de emisiones de 6,087 Kt CO₂ equivalente, por lo que se desea estimar las emisiones de CO₂ equivalente que servirán para tener referencia, y con estos datos se dará un aporte a la sociedad para a futuro reducir el CO₂ equivalente en la Industria Carrocera [3].

1.4 Objetivos

1.4.1 GENERAL

- Determinar las emisiones de CO₂ equivalente en tipos de soldadura utilizados para fabricación de carrocerías metálicas.

1.4.2 ESPECÍFICOS

- Identificar los tipos de soldadura, utilizados en la fabricación de carrocerías metálicas BUS TIPO.
- Analizar los procesos de soldadura.
- Medir las emisiones de CO₂ por tipos de soldadura.
- Determinar la cantidad de emisiones de CO₂ total.
- Elaboración de una hoja electrónica para el cálculo de las emisiones de CO₂ equivalente.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Investigaciones previas

Dentro del estudio de investigaciones previas se busca la información relevante para llevar a cabo este trabajo, cuyo contenido servirá para esta investigación:

2.1.1. Artículos Científicos

J. L. Sullivan, A. Burnham, M. Wang, and E. Systems, "Energy-consumption and carbon-emission analysis of vehicle and component manufacturing," Argonne National Laboratory (ANL) ANL/ESD/10-6; TRN: US201023%%463 United States 10.2172/993394 TRN: US201023%%463 ANL ENGLISH, 2010 [4].

Esta publicación presenta un modelo para calcular las cargas ambientales de la etapa de fabricación y montaje de vehículos del ciclo de vida del mismo. El modelo se aplica tanto a vehículos convencionales como a vehículos avanzados, los cuales incluyen vehículos híbridos eléctricos. Un componente importante del modelo, es la función de distribución basada en el peso de los materiales y procesos de transformación asociados (fundición, estampado, entre otros), se desarrolla a partir del inventario genérico de ciclo de vida de vehículos en Estados Unidos, para la Investigación Automotriz.

J. Koplin, S. Seuring, and M. Mesterharm, "Incorporating sustainability into supply management in the automotive industry – the case of the Volkswagen AG," *Journal of Cleaner Production*, vol. 15, pp. 1053-1062, 2007/01/01/ 2007 [5].

La publicación presenta la sostenibilidad hacia los proveedores de la Volkswagen AG para mejorar su perfil global en la industria automotriz que se basa en dos factores importantes. Responsabilizar de problemas ambientales, sociales causados por proveedores y aumentar la cuota de nivel mayor a su proveedor. Estas dos demandas

son la gestión para que las empresas integren normas en la política de la cadena de suministro, mediante los aspectos de compra en la Volkswagen AG.

M. K. Kulekci, "Magnesium and its alloys applications in automotive industry," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 39, pp. 851-865, November 01 2008 [6].

El estudio evalúa las aplicaciones del magnesio en la industria automotriz, contribuyendo significativamente a la economía de combustible y conservación ambiental. El desarrollo de aleaciones de magnesio, mejora la fluencia y resistencia, propiedades que interfieren en ambientes con alta corrosión y temperatura, atribuyendo un uso masivo del magnesio en comparación de otros materiales.

K. S. Sangwan, C. Herrmann, P. Egede, V. Bhakar, and J. Singer, "Life Cycle Assessment of Arc Welding and Gas Welding Processes," *Procedia CIRP*, vol. 48, pp. 62-67, 2016/01/01/ 2016 [7].

El proceso de soldadura es muy importante para los procesos de fabricación, teniendo en cuenta cada tipo de soldadura tiene un impacto diferente en el medio ambiente. A nivel global, se libera una gran cantidad de gases perjudiciales. Por ello esta evaluación se considera el método de puntos medios, para evaluar los procesos de soldadura.

2.1.2. Trabajos de grado

M. A. D. YARANGA, "DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y TRATAMIENTO DE GASES EN UN AMBIENTE DE FORJA Y SOLDADURA," *Energía, FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ*, Lima, 2016 [8].

Este estudio, se refiere al proceso de extracción y tratamiento de gases de soldadura en un ambiente de forja, el mismo que genera desechos. Tales como: gases de combustión, humos, material articulado. Los cuales son evaluados mediante un analizador Testo 350-XL, midiendo sus niveles de concentración de monóxido de carbono (CO) y monóxido de nitrógeno (NOx) en el ambiente.

V. M. D. ABALCO and I. A. J. CHASI, "ÁNÁLISIS DE IMPACTO Y CONTROL AMBIENTAL EN BASE A LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN PROVENIENTES DE MÁQUINAS Y EQUIPOS DE USO INDUSTRIAL UTILIZANDO UN ANALIZADOR TESTO 335 DEL LABORATORIO DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA DE LA ESPE ", ENERGÍAS, ESPE, Sangolqui, 2012 [9].

Este proyecto trata sobre el análisis de impacto y control ambiental, con la utilización del analizador de gases Testo 335, se realizaron las mediciones en diferentes campos. Uno de ellos en la chimenea del caldero de ADELCA S.A, dando como resultados su óptimo funcionamiento con las mediciones realizadas.

D. G. J. PUCA and Á. F. M. LLUMÁN, "PROPUESTA DE REORGANIZACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA LAS CARROCERÍAS: INTERPROVINCIAL Y BUS-TIPO EN LA EMPRESA VARMA S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO.", " Ingeniería Industrial, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2010 [10].

Este proyecto realizó un análisis detallado de la situación actual de la empresa, desarrollando un estudio de métodos y tiempos empleados en la construcción de cada modelo. Elaboración de diagramas de proceso, de recorrido, Gantt, PERT/CPM, tomando de tiempo de producción cronometrados (método repetitivo), en cada una de las actividades que conforman el proceso total de fabricación del bus tipo.

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Antecedentes de la industria metalmecánica

La fabricación de carrocerías desde el siglo XIX continúa en constante evolución, ahora se habla de carrocerías cambiantes que se adaptan a las necesidades del transporte. Los primeros automóviles tomaron los inicios tradicionales de carruajes de caballo, siendo construidas toda su estructura de madera. Poco a poco la madera se dejó de incluir siendo remplazada por una gran innovación, incluyendo largueros de chapa de acero en lugar de largueros de madera.

Después del año 1927 se logró construir la primera carrocería de un autoportante, completamente con chapas de acero excluyendo la madera, siendo firmado por la marca Citroën. Las nuevas tecnologías se integraron a la metalmecánica, se desarrolló la industria con nuevos materiales implicando la mecanización de procesos de manufactura. Ford Company tomó la delantera quien puso en marcha todo proceso de fabricación en serie de automóviles, en la actualidad se implementa materiales exigentes en seguridad.

En Ecuador, el sector carrocerero a nivel nacional es muy importante para fomentar el cambio de la matriz productiva del país. Determinando los puntos fuertes en el sector carrocerero para el fortalecimiento de la misma, según el levantamiento de información por parte de la CANFAC² del año 2014, existen 41 empresas carroceras de las cuales el 44% son de Persona Natural, el 22% son Artesanales, un 15% son Cía. Ltda., el 12% Sociedad anónima y un 7% son de Hecho [11].

Evidenciando también la producción de casi 127 carrocerías mensuales, demuestra la gran demanda del mercado a la necesidad de fabricación de buses, siendo altamente competitivo favoreciendo a diversos sectores. El empleo que genera es importante en este sector, dando apertura 1348 trabajadores, 53 con una discapacidad, 137 ocasionales y mano de obra indirecta a 889 personas [11].

2.3 Fundamentos de la fabricación del bus tipo

2.3.1 Componentes principales en la fabricación de un bus

Una unidad de transporte de pasajeros es aquella que está constituida por carrocería y chasis. A continuación se define:

2.3.1.1 Carrocería

Carrocería es la estructura interna de un autobús, la cual está constituida por el piso, paredes laterales, techo, parte delantera y trasera en la cual se apoya el motor la caja

² CANFAC.- Cámara de Fabricantes de Carrocerías

de velocidades y a su vez alberga en su interior al conductor, pasajeros o carga [10, 12]. En la Fig. 1, se muestra el esqueleto de la carrocería.

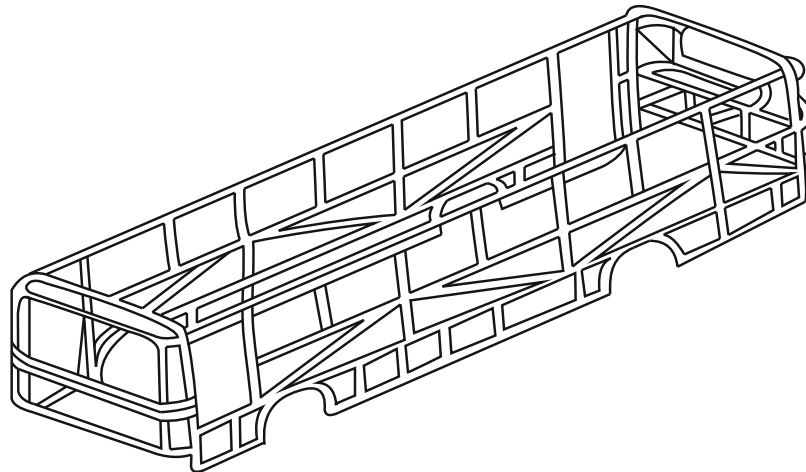


Fig. 1: Esqueleto de carrocería [12].

2.3.1.2 Estructura del piso

La estructura del piso brinda rigidez y resistencia al chasis del bastidor, se encarga de absorber todas las cargas durante la marcha, además el piso no solo soporta directamente el peso de la carga útil del vehículo, sino que juega un rol extremadamente importante en la unión del bastidor del chasis con la carrocería del bus. Asegurando la rigidez estructural total y la resistencia [10, 12]. En la Fig. 2 se muestra la estructura del piso.

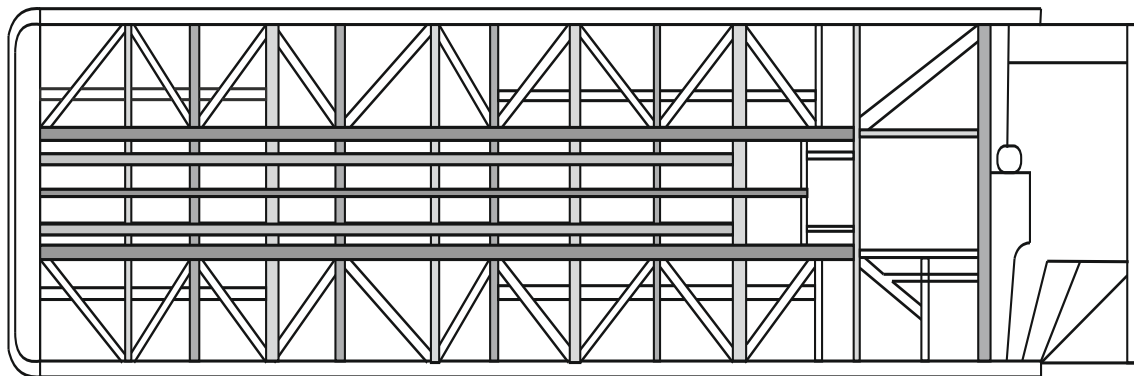


Fig. 2: Estructura del piso [12].

2.3.1.3 Estructuras laterales

Las estructuras laterales forman el cuerpo de la carrocería, comprenden espacios para las ventanas, puertas y forman entre si arcos uniformes conocidos como pórticos, que

son las unidades estructurales fundamentales de soporte de la misma. Soporta la carga de combamiento vertical transmitida por el bastidor del chasis [10, 13]. En la Fig. 3, se observa las estructuras laterales y componentes.

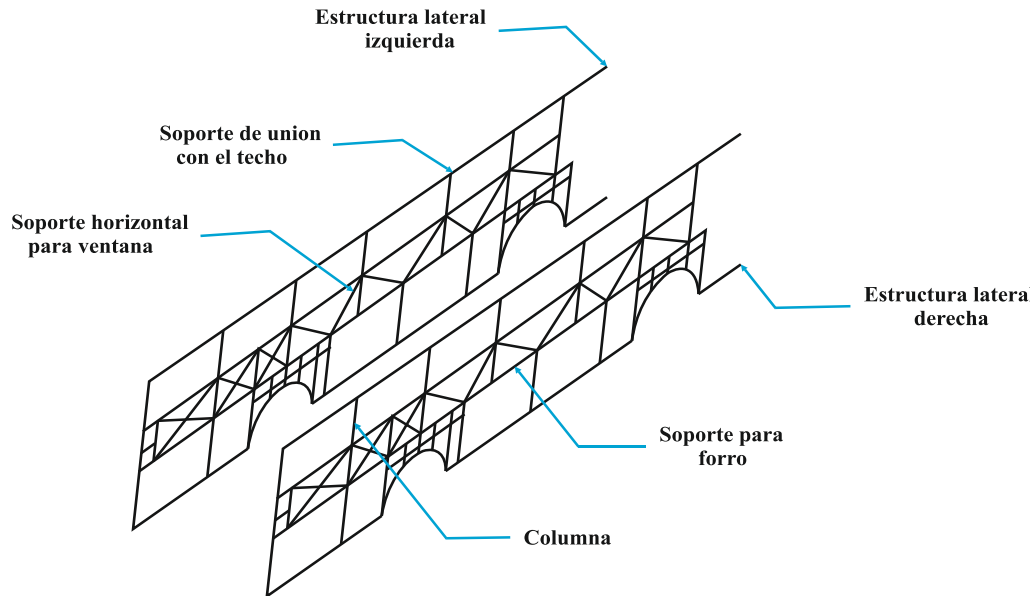


Fig. 3: Estructuras laterales y componentes [13].

2.3.1.4 Esqueleto del techo

El esqueleto del techo soporta esfuerzos dinámicos, esta estructura se encuentra tejida tipo reja, con refuerzos dirigidos a lo largo del techo hasta la parte posterior frontal de la carrocería. Además se asegura la estructura por medio de cerchas, conectando a las columnas de ventanas y la estructura del piso [10, 12]. En la Fig. 4, se muestra la estructura del techo.

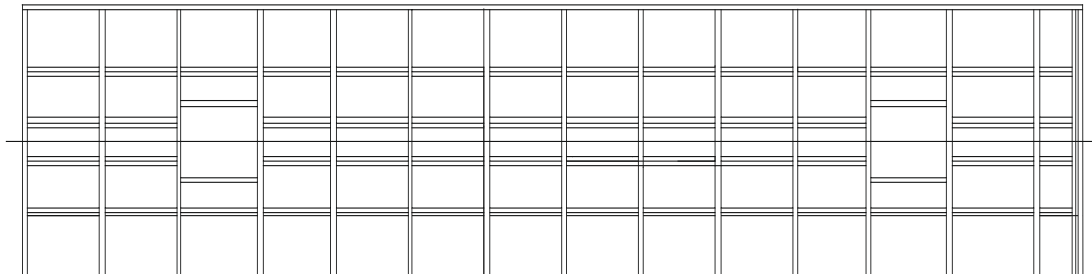


Fig. 4: Estructura del Techo [12].

2.3.1.5 Esqueleto delantero

El esqueleto delantero contribuye en la rigidez transversal de la carrocería completa. Este se refuerza con chapas de empuje, además se refuerza de igual manera los

espacios necesarios como entrada de aire (mascarilla), faros y otros, con endurecimientos rígidos a la flexión [10, 12]. En la Fig. 5, se muestra la el esqueleto delantero.

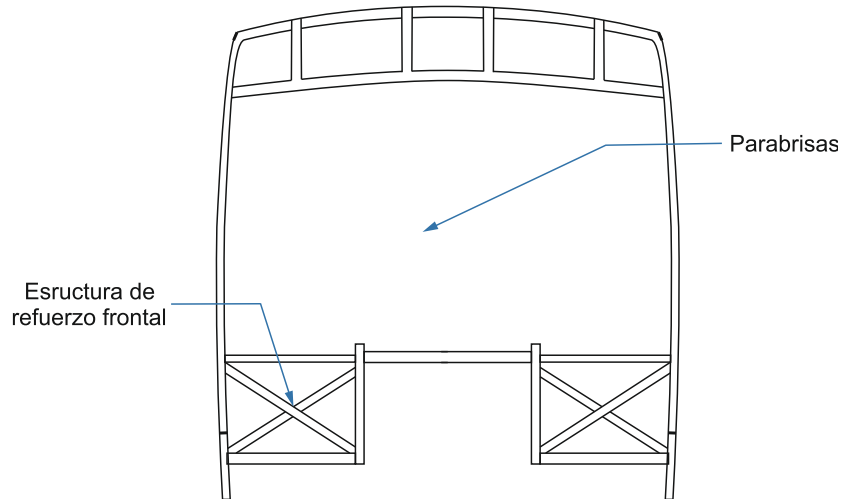


Fig. 5: Estructura frente [12].

2.3.1.6 Esqueleto posterior

El esqueleto posterior y delantero contribuye a la rigidez transversal de la carrocería. Este se refuerza con diagonales y esquinas con curvas, de igual manera se refuerza los espacios necesarios para el vidrio posterior, focos y otros con endurecimientos rígidos a la flexión [10, 12]. En la Fig. 6, se muestra el esqueleto de la parte posterior.

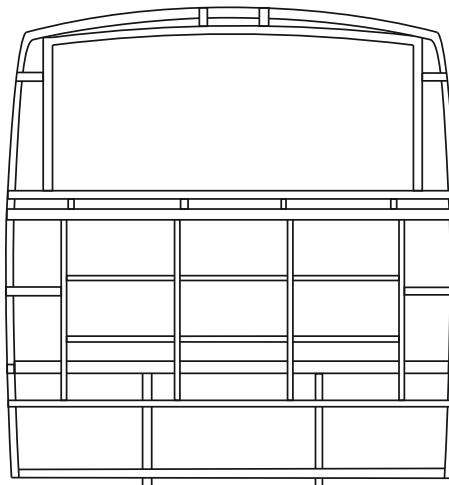


Fig. 6: Estructura Posterior [12].

2.3.1.7 Pasos de ruedas

Los pasos de rueda o también denominado guardafangos, garantizan el movimiento libre de las ruedas y evitan que las piedras, el agua sea lanzada por los neumáticos durante la conducción. Previene que el polvo ingrese al motor, suspensiones parciales y dobles de las ruedas delanteras [12].

2.3.1.8 Chasis

El chasis es la estructura interna que soporta al motor, transmisión y suspensión sobre la que se apoyan, direccionales, ruedas y frenos. Excluida la carrocería y todos los accesorios necesarios para acomodar al conductor, pasajeros o carga [12]. En la Fig. 7, se observa el chasis.



Fig. 7: Chasis [12].

2.4 Descripción del producto y aplicaciones

2.4.1 ACTIVIDAD PRINCIPAL: Producción de bus tipo.

Tungurahua es caracterizada como el mayor sector carrocerero del país, según datos de la CANFAC en el 2015. La provincia tiene un total del 65% de producción a nivel nacional en la fabricación de carrocerías, se considera que como mayor fabricante, esta provincia emana un porcentaje de emisiones altas de CO₂ equivalente en la fabricación del bus tipo [11].

2.4.2 Diagrama de flujo de fabricación del bus tipo

La siguiente Fig. 8, muestra el flujograma de fabricación de un Bus Tipo, desde su diseño hasta la entrega del producto.

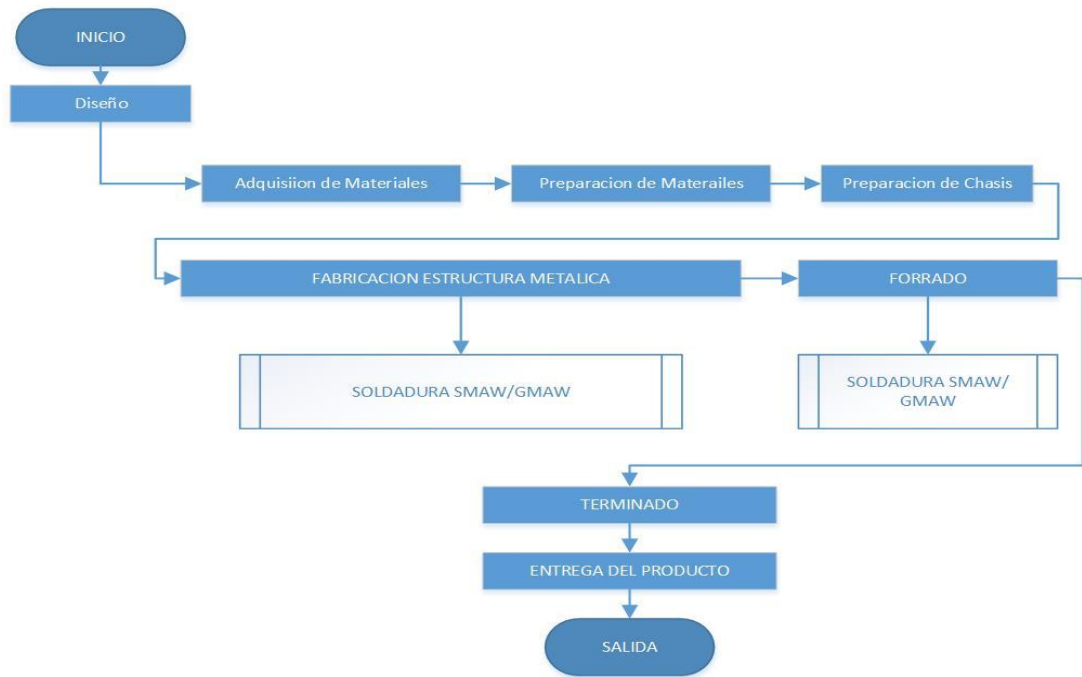


Fig. 8: Flujograma de fabricación de Bus Tipo

2.5 Procesos de soldadura en la fabricación del bus tipo

En la fabricación del bus tipo, el único proceso para unir piezas metálicas de manera permanente es el proceso de soldadura. Posteriormente se definirá los únicos dos métodos utilizados para la fabricación del mencionado bus.

2.5.1 Definición de soldadura

Soldadura es un proceso de unión, une de forma permanente a dos componentes mediante la aplicación de presión, calor o una combinación de ambos, con o sin aporte de otro metal. En términos técnicos la soldadura es una coalescencia localizada de metal, donde esta es producida por calentamiento de los materiales a soldar, hasta una temperatura adecuada [14, 15].

En cualquier proceso de fabricación, los productos según la Sociedad Americana de Soldadura (AWS) deben cumplir ciertos niveles de aceptación. El operario que vaya a ejecutar el proceso de soldadura, toma en consideración las siguientes variables para obtener una buena soldadura.

- Utilización de diferentes tipos de soldadura, al ser utilizados en aplicaciones.
- Tipo de variables en el proceso de soldadura (tipo de corriente, tipo de consumible, entre otros).
- Intervención de las variables en el proceso (características de las juntas).
- Códigos, normas que rigen la fabricación de estructuras soldadas [16].

2.5.2 Clasificación de los procesos de soldadura

La AWS, incluye 34 diferentes procesos en lo que a soldadura se refiere [16]. Estos procesos se clasifican en 6 categorías generales:

- Soldadura Fundente (con soplete).
- Soldadura a Gas (Oxiacetilénica)
- Soldadura por Resistencia Eléctrica (por puntos, por costuras).
- Soldadura en Estado Sólido (por fricción, por explosión).
- Soldadura por Arco Eléctrico (con electrodo revestido, o protección gaseosa).
- Otros Procesos (por láser, por rayos electrónicos).

En Ecuador, los principales procesos para la fabricación del Bus Tipo son:

- Soldadura con electrodo revestido (SMAW).
- Soldadura con alambre continuo y protección gaseosa (GMAW).

2.5.2.1 Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW)

Soldadura SMAW, es un proceso generado por un arco eléctrico entre un electrodo revestido y un metal base. Para lograr la unión se concentra el calor de un arco eléctrico establecido entre los bordes de las piezas a soldar y el electrodo, produciéndose una

zona de fusión que al solidificarse forma la unión permanente [14, 15]. En la Fig. 9, se observa el esquema de soldadura por arco eléctrico.



Fig. 9: Esquema de soldadura por arco eléctrico [15].

2.5.2.1.1 Parámetros del proceso SMAW.

En la Tabla 1, se muestra los parámetros relevantes que se toman en cuenta en el proceso de soldadura SMAW.

Tabla 1: Parámetros del proceso SMAW [15].

Parámetros del proceso SMAW	
Tipo de corriente	Alterna (AC) o continua (DC), para horas extensas de trabajo se recomienda corriente continua.
Intensidad de corriente	Depende del tipo de posición de soldeo, diámetro del electrodo y espesor del material a soldar.
Longitud de Arco	Distancia entre punta del electrodo hacia la superficie de la pieza a soldar.
Ángulo del electrodo	Posición plana el electrodo debe encontrarse perpendicular a las placas, en una junta a 90° el electrodo debe formar un ángulo de 45° . El electrodo visto transversalmente a su avance debe formar un ángulo de 60 a 70
Velocidad de avance	Depende del tipo de electrodo, diámetro del electrodo y tipo de cordón a realizar (raíz o relleno)

En la Figura 10, observamos los valores que se den a las variables las cuales influyen directamente en los parámetros característicos del cordón de soldadura que se realice.

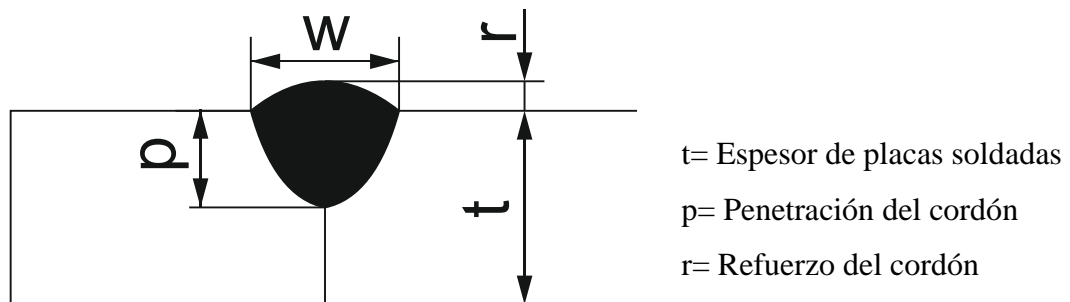


Fig. 10: Parámetros del cordón de soldadura [15].

2.5.2.1.2 Máquinas utilizadas para soldar con proceso SMAW y tipo de corriente

Las máquinas son aparatos eléctricos, capaces de mantener un voltaje entre dos terminales y así mantener encendido el circuito eléctrico para efectuar la soldadura. La Fig. 11, se muestra una foto ilustrativa de una máquina soldadora.



Fig. 11: Máquina Soldadora [14].

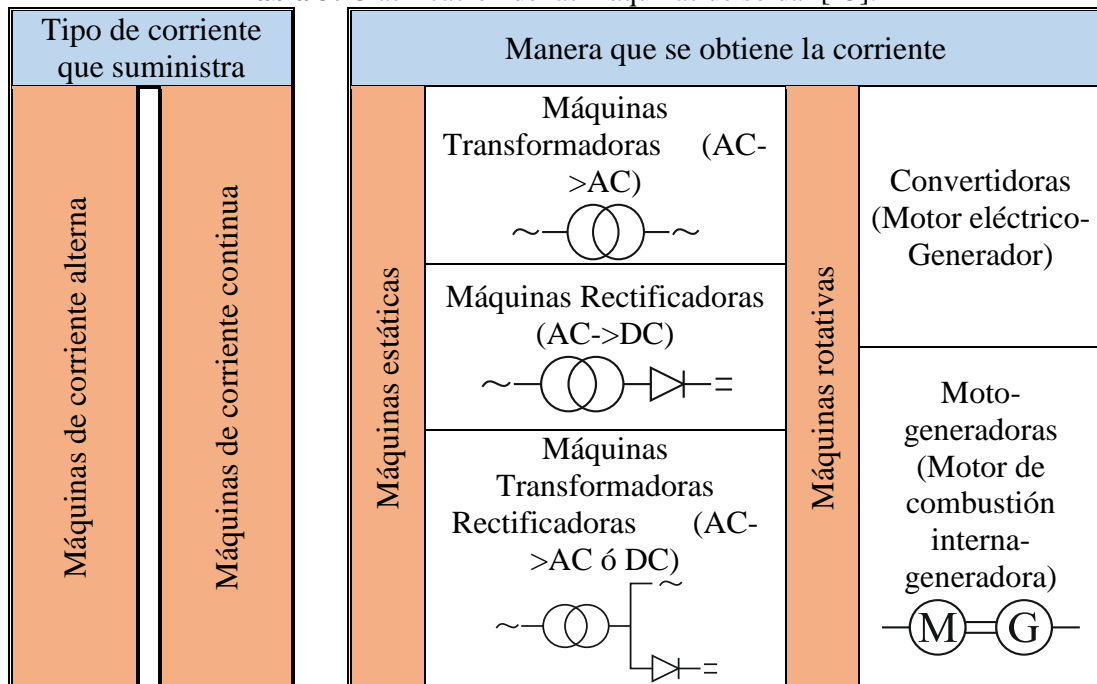
En la Tabla 2, se muestra las características principales de la máquina soldadora de soldar.

Tabla 2: Características principales de la máquina de soldar [15].

CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA	
Voltaje en circuito abierto	45 - 90 V
Voltaje de arco	15 – 45 V
Curva de funcionamiento (V vs I)	V: Voltaje constante
	I: Corriente constante
Ciclo de trabajo (a)	tiempo Vs amperaje
Tipo de corriente.	AC - DC
Factor de potencia ($\cos \emptyset$)	0.93
Rango de corriente para soldar.	Alto:80-550
	Bajo:45-345

En la Tabla 3, se observa cómo se clasifica las máquinas de solar dependiendo del tipo de corriente o manera como se obtiene la corriente.

Tabla 3: Clasificación de las máquinas de soldar [15].



2.5.2.1.3. Electrodo

El electrodo es una varilla metálica recubierta de diferentes materiales, estos dependen del tipo de soldadura que se quiera realizar y a través del núcleo fluye corriente eléctrica. Al entrar en contacto con el revestimiento este se funde y constituye el metal de aporte en la soldadura [15].

Núcleo: es una varilla metálica cuya composición química definida para los diferentes metales que se desean soldar. El núcleo está compuesto por diversos elementos, tales como el hierro, silicio, carbono, manganeso, fósforo, azufre y otros, proporcionan diferentes propiedades y características a los metales a ser soldados. El núcleo metálico constituye la base del material de aporte, que es transferido a la pieza en forma de gotas, impulsado por la fuerza del arco eléctrico [15].

Revestimiento: se aplica en torno del núcleo, está formado de una composición química definida por cada tipo de electrodo y es aquel que da las características de penetración, acabado, tasa de deposición, entre otros. En la composición del revestimiento intervienen ciertos elementos como son, minerales, silicatos, ácidos, fundentes, bases, sustancias orgánicas [15]. En la Tabla 4, se detalla las funciones del electrodo.

Tabla 4: Funciones del revestimiento [15, 16].

Funciones del revestimiento	
Eléctricas	Facilita el encendido del arco. Estabiliza el arco. Regula la potencia del arco.
Físicas	Protege el material fundido de gases dañinos del aire. Retarda el enfriamiento del cordón. La escoria recoge impurezas del material fundido.
Metalúrgicas	Mejora las propiedades mecánicas de la zona de fundición. Aportan elementos de aleación que mejoran y aumentan la calidad del metal aportado.

En la Figura 12, se muestra la designación y especificación del electrodo según la AWS.

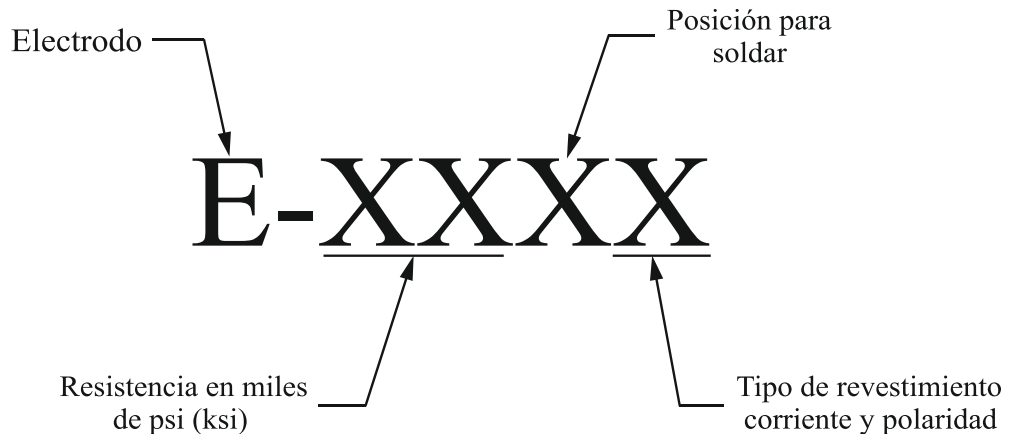


Fig. 12: Designación del electrodo [16].

En la Tabla 5, se observa los tipos de revestimiento de los Electrodo Según la AWS A5.1.

Tabla 5: Tipos de Revestimiento se los Electrodo según la AWS A5.1 [16].

Clasificación AWS	Tipo de revestimiento	Corriente y polaridad	Posición a soldar
E 6010	Celulósico Sódico.	CC. EP.	P. V. SC. H.
E 6011	Celulósico Potásico.	CA. CC. EP.	P. V. SC. H.
E 6012	Rutílico Sódico.	CA. CC. EN.	P. V. SC. H.
E 6013	Rutílico Potásico.	CA. CC. AP	P. V. SC. H.
E 7014	Rutílico con polvo de hierro (30%).	CA. CC. AP.	P. V. SC. H.
E 7015	Rutílico Sódico Bajo Hidrógeno.	CA. EP.	P. V. SC. H.
E 7016	Rutílico Potásico Bajo Hidrógeno.	CA. CC. EP.	P. V. SC. H.
E 7018	Rutílico Potásico Bajo Hidrógeno, con polvo de hierro.	CA. CC. EP.	P. V. SC. H.
E 6020	Óxido de hierro.	CA. CC. AP.	P. H. Filete
E 7024	Rutílico con polvo de hierro (50%).	CA. CC. AP.	P. H. Filete
E 7027	Óxido de hierro más polvo de hierro (50%).	CA. CC. AP.	P. H. Filete
E 8028	Bajo Hidrógeno con polvo de hierro (50%).	CA. CC. AP.	P. H. Filete

Nomenclatura:

CC: Corriente Continua EP: Electrodo Positivo P: Plana
 CA: Corriente Alterna EN: Electrodo Negativo V: Vertical
 AP: Ambas polaridades SC: Sobrecabeza H: Horizontal

En la Tabla 6, se muestra la composición química de los electrodos según la designación AWS y el Catálogo de Indura.

Tabla 6: Composición química [17].

Aplicación	Clasificación AWS	Electrodos INDURA	Corriente	Composición Química (%) del metal depositado (valores típicos)				
				C	Mn	Si	P	S
Aceros al carbono	E6010/E4310	6010	CC	0,11	0,55	0,24	0,014	0,008
	E6011/E4311	230-S	CA-CC	0,09	0,51	0,29	0,013	0,012
	E6011/E4311	6011	CA-CC	0,11	0,41	0,23	0,01	0,017
	E6011/E4311	Punto Azul	CA-CC	0,11	0,57	0,24	0,012	0,02
	E6011/E4311	Punto Verde	CA-CC	0,11	0,59	0,25	0,017	0,02
	E6012/E4312	6012	CA-CC	0,08	0,5	0,25	0,018	0,019
	E6013/E4313	6013	CA-CC	0,11	0,4	0,22	0,015	0,01
	E6013/E4313	90	CA-CC	0,11	0,47	0,24	0,015	0,018
	E7014/E4914	Facilarc 14	CA-CC	0,07	0,89	0,55	0,018	0,02
	E7018/E4918	7018-RH	CC	0,06	1,05	0,49	0,015	0,01
	E7018/E4918	7018-AR	CC	0,09	1,05	0,55	0,02	0,015
	E7024/E 4924	Facilarc 12	CA-CC	0,08	0,88	0,55	0,02	0,011

El electrodo que cumple con los requisitos para la fabricación del bus tipo es el E6011, debido a que posee un revestimiento de tipo celulósico, diseñado para ser usado con corriente alterna o continua. Su solidificación es rápida, además el arco puede ser dirigido en cualquier posición.

2.5.2.2 Soldadura por arco eléctrico con protección gaseosa (GMAW)

Este proceso aprovecha el calor generado por el arco eléctrico para fundir los metales a soldar. Sin embargo, en vez de utilizar una varilla revestida como electrodo utiliza un alambre continuo. Este proceso es utilizado para soldar aceros al carbono y aceros

inoxidables por su capacidad de ser automatizado es muy utilizado en procesos productivos, como soldadura de tanques, estructuras, y otros. La atmósfera protectora lo suministra un gas. El gas puede ser argón, helio, el dióxido de carbono, entre otros, o una mezcla de ellos [15]. En la Fig. 13, se muestra el esquema del circuito GMAW.

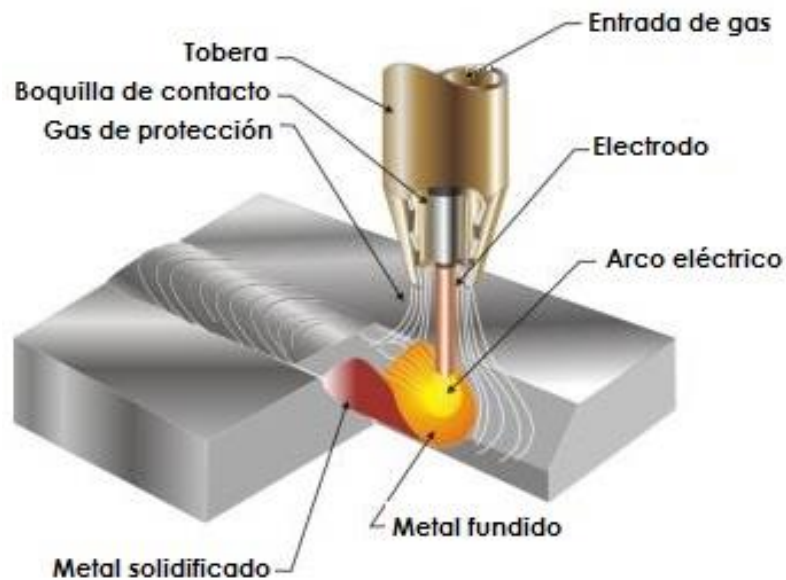


Fig. 13: Esquema del Circuito GMAW [14].

2.5.2.2.1 Principios de operación

Como punto de partida, el electrodo es el consumible proveniente del rollo que se encuentra montado en el cabezal, es conducido a través de la antorcha hasta la pistola en la cual se halla un pico, donde se establece el contacto eléctrico y a través de este se transfiere corriente eléctrica al electrodo. Se establece el arco eléctrico el cual se mantendrá encendido mientras se mantenga accionado el micro interruptor que acciona el devanador y origina la alimentación del alambre, el equipo autorregula la longitud de arco y la velocidad de deposición del material de aporte. El arco formado es protegido externamente por un gas que proviene del conducto dentro de la antorcha hasta llegar a la tobera que posee la pistola en el extremo, rodeando el arco eléctrico como si fuera una copa que evita al O_2 y el N_2 del aire circundante entre en contacto con el metal fundido [14, 15].

2.5.2.2.2 Aspectos operativos del equipo

Este tipo de sistema, posee 2 tipos de regulación:

1. Velocidad de alimentación del alambre
2. Tensión de trabajo o voltaje

El cabezal devanador, controla la electroválvula del gas protector y regula la velocidad del alambre.

La tensión del arco se realiza desde la máquina de soldar, es definida por el operario, manteniéndola constante mientras dure el ciclo de soldadura y también la longitud de arco eléctrico [15].

2.5.2.2.3 Fuentes de poder

El propósito de la fuente de poder es suministrar la energía eléctrica necesaria para establecer el arco eléctrico, en este proceso se emplean fuentes de corriente continua y polaridad inversa. Dentro de las fuentes de poder, se distinguen 2 tipos que las caracterizan [15].

- a) **Fuentes de corriente constante:** este tipo de máquina es muy ventajosa para soldar en forma manual con electrodos revestidos, por cuanto las variaciones de la longitud del arco y por consiguiente la tensión, producida por la inestabilidad del pulso de la mano del soldador no es afectado al cordón depositado.
- b) **Fuentes de tensión constante:** este tipo de fuente, es particularmente ventajosa para ser empleada en procesos semiautomáticos o automáticos donde se obtiene autorregulación del arco eléctrico, principalmente brinda una rápida respuesta ante una alteración.

2.5.2.2.4 Gases utilizados

La razón de emplear gases, se debe a que la mayoría de los metales tienden a tener una fuerte tendencia a combinarse con el oxígeno, formando óxidos y en menor proporción con el nitrógeno formando nitruros, el oxígeno reacciona con el carbono formando óxido de carbono que es un gas. Estos productos son el resultado de las reacciones con el O₂ y N₂ dan soldaduras con defectos, tales como porosidades, disminución de la resistencia que fragilizarían el metal por formación de óxidos y nitruros depositados. La principal función, del gas es desplazar o evitar que el aire circundante entre en contacto con el metal fundido [15].

El gas protector tiene un pronunciado efecto sobre los siguientes aspectos:

1. Características del arco.
2. Modo de transferencia del metal.
3. Penetración y perfil del cordón de soldadura.
4. Velocidad de soldadura.
5. Tendencia al socavado.
6. Acción de limpieza.

Existen dos clasificadores en este proceso, las cuales son en función del tipo de gas protector:

- **MIG:** es el cual emplea protección de un gas inerte puro, (helio, argón, entre otros). Para metal no ferroso.
- **MAG:** es el cual hace uso de dióxido de carbono, CO₂, o mezcla de CO₂+Argón con gas protector. El dióxido de carbono es un gas activo, por cuanto participa metalúrgicamente por acción del arco eléctrico con los elementos provenientes del metal de aporte también CO₂+Argón es la adición del CO₂ al argón puede ser aplicado a la soldadura de acero inoxidable [14, 15].

La utilización de soldadura MAG en el proceso de fabricación del bus tipo se debe a que los aceros aleados y no aleados se sueldan con gas activo.

2.5.2.2.5 Factores para seleccionar el gas protector

El gas protector tiene como objetivo proteger al metal fundido de la contaminación en la atmósfera circundante, los factores para la elección del gas de protección son los siguientes:

- ✓ Proceso de soldadura.
- ✓ Metal base.
- ✓ Estabilidad del arco.
- ✓ Tipo de transferencia.
- ✓ Velocidad de soldadura.
- ✓ Espesor del material.
- ✓ Penetración.
- ✓ Perfil del cordón.
- ✓ Terminación superficial.
- ✓ Defecto de soldadura.

En la Tabla 7, se muestra los gases más utilizados en la práctica.

Tabla 7: Gases usados en la práctica [15].

Tipo de Gas	Aplicación
CO ₂ 100%	Trabajos en grandes espesores de acero al C. Transferencia globular Transferencia por corto circuito
Ar/O ₂ 98/2%	Trabajos de acero inoxidable y baja aleación Transferencia Spray.
Ar/CO ₂ 75/25%	Trabajo de acero al carbono en espesores finos y medios principalmente al transferir por corto circuito.
Ar 100%	Trabajos en aluminio.

La utilización del CO₂ al 100 % en el proceso de fabricación del bus tipo se debe a que este gas genera un arco muy energético con lo cual se consigue mayor penetración.

Con este proceso se pueden obtener 3 modos de transferencia diferentes:

- a) Transferencia por corto circuito: el metal de aporte es transferido mientras el electrodo permanece en contacto con el baño fundido sobre la pieza, o sea hay circulación de corriente eléctrica, pero sin arco. En la Fig. 14, se muestra el tipo de transferencia por corto circuito.

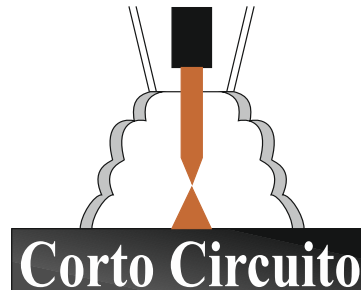


Fig. 14: Transferencia por corto circuito

- b) Transferencia globular: se obtiene únicamente cuando se utiliza el CO_2 como gas protector. La transferencia del metal a través del arco, se produce en forma de gotas irregulares aproximadamente $4 \times \varnothing$ del electrodo, que al azar son transportadas a través del mismo metal base. Este tipo de transferencia produce mucho chisporroteo. En la Fig. 15, se muestra el tipo de transferencia globular.



Fig. 15: Transferencia globular

- c) Transferencia Spray: se obtiene cuando se emplea argón como gas protector con un porcentaje mínimo del 80%. Forma gotas finas de tamaño aproximadamente igual al \varnothing del alambre o menores. En la Fig. 16, se muestra el tipo de transferencia Spray.



Fig. 16: Transferencia Spray

2.6 Medición de emisiones de CO₂ por tipo de soldadura.

Los contaminantes más comunes en los procesos de soldadura por arco eléctrico son partículas menores a 10 um de diámetro aerodinámico, son llamados humos. Este proceso es el único que produce partículas en grandes cantidades, la composición química de los humos de soldadura varía con el material a trabajar, el tipo de proceso y electrodo [8].

2.6.1 Gases de Efecto Invernadero

Los GEI son aquellos presentes en la atmósfera, lo cual da como consecuencia el efecto invernadero. Con el paso del tiempo las actividades humanas han ido incrementando la proporción y cantidad de estos gases. La gran mayoría de ellos se produce por la quema de combustibles fósiles. En la siguiente Tabla 8, se referencia diferentes tipos de GEI.

Tabla 8: Gases Efecto Invernadero [18].

Origen	Gases	Fuente
Gases Origen Natural	Dióxido de Carbono (CO ₂)	Quema de combustibles fósiles (carbón, derivados del petróleo y gas), deforestación y degradación del suelo. Reacciones químicas en procesos de manufactura (producción de cemento y acero).
	Metano (CH ₄)	Escape de gas en minas y pozos. Resultan de la práctica de ganadería y agricultura. Descomposición anaeróbica (cultivo de arroz, relleno sanitario, estiércol).
	Óxido Nitroso (N ₂ O)	Quema de combustibles fósiles y residuos sólidos. Producción y uso de fertilizantes nitrogenados. Actividades agrícolas e industriales.

2.6.2 Gases de Combustión

Los gases de combustión son agentes contaminantes al ambiente, siempre con concentraciones mayores de polución, por lo tanto, dan como consecuencia la formación de lluvias acidas posteriormente formación de humos. Para la reducción de emisiones contaminantes de estos gases es operar con el máximo rendimiento y para determinar las concentraciones de CO₂ se utilizara el analizador de gases [20].

2.6.2.1 Componentes de los gases de combustión

Los elementos que interviene en los gases de combustión son:

- Carbono.
- Hidrógeno.
- Oxígeno.
- Nitrógeno.

Y aquellos productos resultantes de combustión son: CO₂, H₂O, NO_x y óxidos de cualquier otro elemento [20, 21].

2.6.3 Analizadores de Gases de Combustión

Los analizadores de gases realizan la detección de gases de tipo metalúrgico, químicos utilizan una termocupla que toma la temperatura de los gases generados por la combustión, consta de un conducto de aspiración el cual toma la muestra rápidamente una vez seleccionado el tipo de combustible [21, 22].

Además son equipos portátiles lo cual facilita su utilización en casi todo ámbito industrial, son compactos y ligeros que posibilitan su transporte, de fácil utilización en mediciones rápidas el mantenimiento del equipo es mínimo [21, 22].

Este tipo de analizadores de gases muestra en pantalla los resultados requeridos por el usuario entre los cuales puede estar %CO₂, %NO₂, %CH₄, y %O₂ de aire todos en volumen. En la Fig. 17, se observa diferentes analizadores de gases testo [21, 22].

Testo 360



Testo 350 S/XL



Testo 335



Testo 325-I CO alto [O2]



Testo 325-I de NO



Fig. 17: Analizadores de gases Testo [21].

2.6.3.1 Analizador portátil Testo 335

El analizador de gases portátil Testo 335 está diseñado específicamente para aplicaciones industriales. El equipo se destaca por su gran versatilidad debido a sus características técnicas y su sencillo procedimiento de uso; puede ser utilizado tanto como por operarios de sistemas de combustión industriales, procesos o plantas de energía, por servicios técnicos de combustión de calderas y hornos, para la construcción de plantas y también para motores fijos [22].

2.6.3.2 Características técnicas del equipo

2.6.3.2.1 Partes de instrumento de medición

La Fig. 18 se observa las partes del analizador.



Fig. 18: Partes del analizador

En la Tabla 9, se muestra la descripción de las partes del analizador

Tabla 9: Descripción de las partes del analizador

N.	DESCRIPCIÓN
①	Tecla on/off.
②	Interfaces: USB, infrarrojos.
③	Trampa de condensados (parte posterior).
④	Aberturas de fijación para la correa de transporte
⑤	Pantalla principal
⑥	Imanes de sujeción (parte posterior).
⑦	Teclado.
⑧	Tapa posterior.
⑨	Escape de gases.
⑩	Conexiones de la unidad.

2.6.3.2.2 Componentes del analizador

La Fig. 19, se observa los componentes del analizador

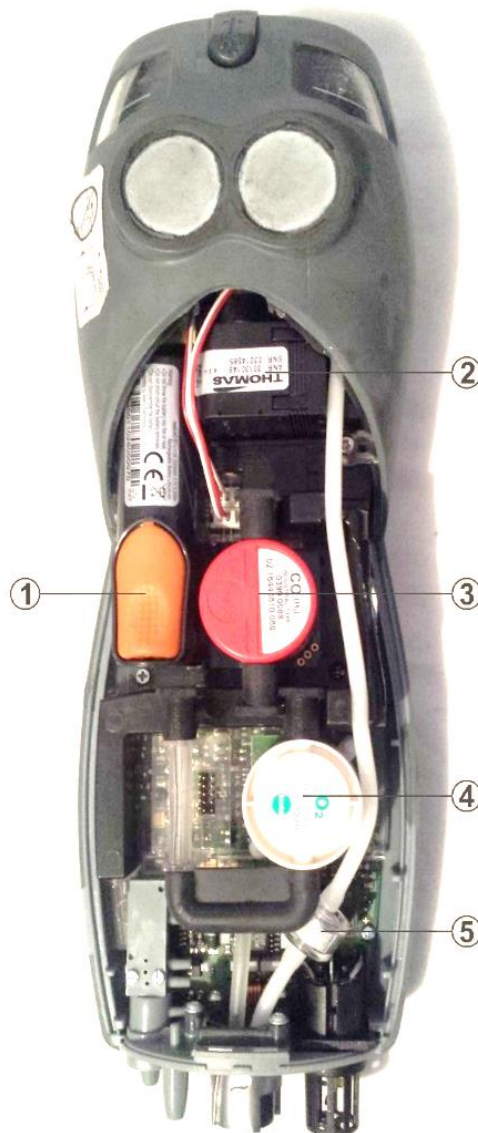


Fig. 19: Componentes del Instrumento

En la Tabla 10, se muestra la descripción de los componentes del instrumento

Tabla 10: Descripción de los componentes del instrumento

N.	DESCRIPCIÓN
①	Batería Recargable.
②	Bomba para medición de gases.
③	Sensores – Ranura 2: CO, NO ₂ , SO ₂ .
④	Sensores – Ranura 1: O ₂
⑤	Filtro.

2.6.3.2.3 Teclado

En la Fig. 20, se observa el teclado del analizador



Fig. 20: Teclado del analizador

En la Tabla 11, se muestra la descripción del teclado

Tabla 11: Teclado del analizador

N.	DESCRIPCIÓN
①	Botones naranjas, realizan varias funciones que se muestran en el display y depende del menú
②	Botones de desplazamiento $\uparrow\downarrow$; - +
③	Cancelación de función, retroceder.
④	Abre el menú principal.
⑤	Cambia la luz del display.
⑥	Abre el diagnóstico del instrumento.

2.6.3.2.4 Encabezado

La Fig. 21, se observa el encabezado de la pantalla del analizador.

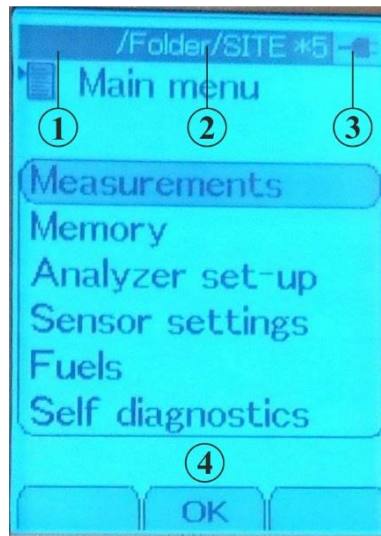


Fig. 21: Encabezado de pantalla

En la Tabla 12, se muestra la descripción del encabezado de la pantalla

Tabla 12: Descripción del encabezado de la pantalla

N.	DESCRIPCIÓN
①	Advertencia, indica que el equipo tiene un error.
②	Carpeta activo y localización.
③	Ícono de alimentación.
④	Contenido de la pantalla.

2.6.3.2.5 Conexiones de componentes

La Fig. 22, se observa las conexiones de componentes del analizador.



Fig. 22: Conexiones de Componentes

En la Tabla 13, se muestra la descripción de las conexiones de componentes.

Tabla 13: Descripción de las conexiones de componentes

N.	DESCRIPCIÓN
①	Entrada para sondas.
②	Entrada para sondas de gases de combustión.
③	Entrada para alimentador/cargador.
④	Entrada para presión +.
⑤	Entrada para presión -.

2.6.3.2.6 Interfaces

La Fig. 23, se observa las interface del analizador.



Fig. 23: Interfaces

En la Tabla 14, se muestra la descripción de las interface.

Tabla 14: Descripción de las interface

N.	DESCRIPCIÓN
①	Interface USB a puerto PC.
②	Interface PS2 (Adaptador para calderas automáticas).
③	Interface Infrarrojo conexión a impresora TESTO/PDA'S

2.6.4 Especificaciones Técnicas

Tabla 15: Datos Técnicos Generales TESTO 335 [22].

DATOS TÉCNICOS GENERALES	
Memoria	Máximo 100 carpetas
	Por carpeta máx. 100 situaciones
	Por situación máx. 200 protocolos
	En n ^o máx. De protocolos viene determinado por el n ^o de carpetas.
Bomba de diafragma controlada:	<p>Caudal 0,6l_min (controlado).</p> <p>Long. Manquera máx. 7,8 m (corresponde a dos extensiones de la misma).</p> <p>Máx. presión positiva/gas de combustión + 50 mbar</p> <p>Máx. presión negativa/gas de combustión -200mbar</p>
Combustibles definibles por el usuario	10 combustibles inc. El gas patrón como combustibles
Peso	600 g
Medidas	270 x 90 x 65 mm
Temp. Func.	-5...+50 °C
Temp. Almac.	-20 ...+50 °C
Visualizador	Visualizador gráfico de 160 x 240 pixeles
Alimentación	<p>Pila bloque rec.: 3.7 V/2.2 Ah</p> <p>Alimentación: 6.3 V?1.2 A</p>
Material/Caja	TPE PC
Tipo de protección	IP40

Tabla 16: Datos Técnicos TESTO 335 [22].

	Rango	Exactitud	Resolución	Tiempo de respuesta
Medición O ₂	0.....25 Vol.%	± 0.2 Vol.%	0.01 Vol.%	t ₉₀ < 20 s
Medición CO (H ₂ compensado)	0 10000 ppm	± 10 ppm o ± 10% del v.m. (0...200 ppm) ± 20 ppm o ± 5% del v.m. (201... 200ppm) ± 10 % del v.m. (20001... 10000ppm)	1 ppm	t ₉₀ < 40 s
Medición CO _{bajo} (H ₂ compensado)	0 ... 500 ppm	± 2 ppm (0 ... 39.9 ppm) ± 5 % del v.m. (rango restante) ^x ^x datos correspondientes a una temperatura ambiente de 20 °C. Coeficiente adicional de temperatura 0,25% de mv/k.	0.1 ppm	t ₉₀ < 40 s
Medición NO	0 ... 3000 ppm	± 5 ppm (0 ... 99 ppm) ± 5% del v.m. (100 ... 19999ppm) ± 10% del v.m. (2000 ... 3000 ppm)	1 ppm	t ₉₀ < 30 s
Medición NO _{bajo}	0 ... 300 ppm	± 2ppm (0 ... 39.9 ppm) ± 5% del v.m. (rango restante)	0.1 ppm	t ₉₀ < 30 s
Medición NO ₂ [*]	0 ... 500 ppm	± 10ppm (0 ... 199ppm) ± 5% del v.m. (rango restante)	0.1 ppm	t ₉₀ < 40 s
Medición SO ₂ [*]	0 ... 500 ppm	± 10ppm (0 ... 99ppm) ± 10% del v.m. (rango restante)	1 ppm	t ₉₀ < 40 s

Continuación

	Rango	Exactitud	Resolución
Med. Temperatura Tipo de sonda Tipo K (NiCr-Ni)	-40 ... + 1200 °C	± 0.5 °C (0 ... + 99°C) ± 0.5 % del v.m. (rango restante)	0.1 °C
Medición del tiro	-40 ... +40 hPa	± 0.03 hPa (-2.99 ... + 2.99 hPa) ± 1.5 % del v.m. (rango restante)	0.01 hPa
Med. Presión diferencial	-200 ... 200 hPa	± 0.5 hPa (-49.9 ... 49.9 hPa) ± 1.5 % del v.m. (rango restante)	0.1 hPa
Med. presión absoluta	600 ... +1150 hPa	± 10 hPa	1 hPa
Parámetros derivados			
Rendimiento	0 ... 120%		0.1 %
Pérdida por humos	0 ... 99.9 %		0.1 %
Punto de rocío de los gases de combustión	0 ... 99.9 °C		0.1 °C
Medición CO ₂ (cálculo desde el O ₂)	0... CO ₂ máx.	±0.2 Vol. %	0.1 Vol. %
Tiempo de respuesta T ₉₀ = < 40 s			

2.6.5 Clasificación de analizadores por su diseño

En la Tabla 17, los analizadores se clasifican por su diseño y cuál es su tipo de medición, posteriormente se analizara los tipos de sensores usados en estos equipos.

Tabla 17: Clasificación de analizadores [9, 22].

ANALIZADORES	TIPO DE MEDICIONES
Portátiles	Se lo realiza en diferentes puntos y su medición es relativamente corta.
Para instalaciones fijas	Su medición es continua en puntos fijos durante varios meses hasta años.
In-situ	Su operación es directamente en el proceso.
Extractivos	Su instalación es fuera de la corriente de proceso además utiliza una sonda de muestro para recolectar la muestra.

2.6.6 Tipos de sensores

Los sensores de gases miden la cantidad física, temperatura, presión, concentración. El sensor está formado por el sensor elemental y un transmisor. El elemento sensor debe tener la característica que cambia con las variaciones del componente de medición. El transmisor transforma esta “reacción” del elemento sensor en una señal de medición. En la siguiente Tabla 18 se describe algunos de los tipos de sensores y sus principios de medición [9].

Tabla 18: Tipo de sensores y sus principios de medición [9].

SENSOR	PRINCIPIOS DE MEDICIÓN
Sensor electrocatalítico	Conductividad eléctrica.
Sensor polarográfico	Interacción entre la energía química y la electricidad.
Sensor óptico	Características óptimas.
sensor calorimétrico	Reacción al calor durante la interacción con ciertos gases.
Sensor forométrico	Absorción de la radiación por ejemplo: infrarrojos o ultravioletas.
Sensor paramagnético	Características paramagnéticas de oxígeno.

2.6.7 Aplicaciones del equipo

Las aplicaciones para realizar mediciones con este analizador son las siguientes:

- Control de emisiones.
- Mediciones de temperatura en sistemas de frío.
- Mediciones de Humedad.
- Localización de fugas de gas refrigerante [21].

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Selección de alternativas

Método de referencia: este método realiza una estimación de las emisiones de CO₂ de quema de combustibles realizadas en varias etapas.

- Estimación de cantidad de combustibles fósiles que entran al país.
- Sustracción de la cantidad de carbono obtenida de materiales de larga duración.
- Multiplicación por un factor de oxidación para descontar la cantidad de carbono que no se oxide.
- Conversión a unidades de carbono.

Método sectorial: en este método se suma el total de CO₂ correspondiente a combustibles de todos los sectores.

Método de base tecnológica: denominado método de abajo hacia arriba se suma el CO₂ total de los combustibles y demás sectores de áreas tecnológicas de combustión (fuentes fijas y móviles).

El método de referencia y sectorial, describen una estimación desagregada de todas las emisiones las cuales necesariamente requieren una mayor cantidad de datos para una estimación de emisiones donde se determina el grado de detalle y datos de la actividad de la organización [23].

3.1.1 Metodología estándar comparativa del protocolo de GEI con directrices del IPCC.

El tipo de metodología utilizada es basada en el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para la estimación de GEI de las industrias la cual tiene mayor aceptación internacional siguiendo directrices establecidas para identificar las categorías principales de fuentes de emisiones [24].

La determinación de una medición de gas procedente de una fuente individual como por ejemplo vehículos automotores, puede diferir al realizar su cálculo por la calibración y frecuencia de muestro que se realiza las mediciones directas o bien una combinación de fuentes típicas que corresponden a datos de la actividad [24].

Refiriéndonos a la metodología usada para la estimación de gases se describe a continuación el método que se basa en los procedimiento estándar internacional del protocolo de gases de efecto invernadero, usado para esta investigación el cual describe y se analiza puntos clave para tener una idea clara de los parámetros a que se debe tomar en cuenta al momento de realizar estimaciones de GEI [1, 23].

A continuación se describen las directrices del IPCC:

3.1.1 Pasos de cálculo de emisiones de GEI

La determinación de la categoría principal de la metodología, permite a los organismos encargados del cálculo de CO₂ equivalente decidir el orden de prioridad de sus trabajos y mejorar sus estimaciones generales. El procedimiento a seleccionar será una estimación lo más exacta posible que contribuirá una mayor confianza en las estimaciones de emisiones que se desprendan de los procesos de soldadura [23].

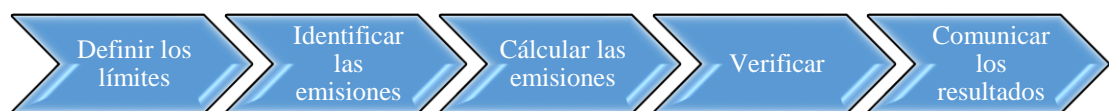


Fig. 24: Pasos Metodológicos [24].

3.1.1.1 Determinación de límites de la organización

Como organización de referencia tenemos a Los Andes empresa carrocería ubicada en la ciudad de Ambato, creada desde el año 2002 en el sector Izamba, Av. Indoamérica Km 3 ½ (Vía a Quito a 800 m de la Escuela de Formación de Soldados). Su mayor producción es la fabricación de buses tipo urbano e interprovincial y como parte de servicio se encarga de reparaciones de los buses.

La empresa actualmente se ampara en el sistema ISO de Gestión de Calidad la cual cuenta con la certificación internacional ISO 9001:2015. Permitiéndole la fabricación

del Bus tipo. En esta investigación se pretende dar una estimación a las emisiones de CO₂ equivalente en tipos de soldadura utilizados para fabricación del bus tipo, de igual manera es estimar el CO₂ equivalente en la producción medido en kilo toneladas de CO₂ y así utilizar el dato de huella de carbono como primer aporte a la organización.

3.1.1.2 Determinación de los límites operativos y exclusiones

Carrocerías los Andes contabiliza sus emisiones en función de los alcances que se detallan a continuación.

Alcance 1: emisiones directas de GEI.

Emisiones provenientes de la combustión en, hornos, calderas, vehículos, que son propiedad de o están controladas por la entidad en cuestión. Las fuentes de emisiones directas de GEI en Carrocerías los Andes son las siguientes:

- Transporte de materiales: estas emisiones resultan de la combustión de gasolina de fuentes móviles como son los camiones de entrega de planchas de tol, electrodos, pinturas.
- Emisiones fugitivas: resultan de fugas de emisiones de gases refrigerantes durante el uso de equipos de aire.

En la Tabla 19, se observa la descripción de las Emisiones Directas de GEI.

Tabla 19: Alcance 1 Datos de Emisiones Directas

Alcance 1	
Emisiones directas de GEI	Estas emisiones GEI se producen por las fuentes dentro de Carrocerías Los Andes las mismas que son controladas por la empresa tales como el proceso de soldadura durante la fabricación del Bus.

En la Tabla 20, se describe las fuentes de emisiones que se mencionaron anteriormente en el alcance 1:

Tabla 20: Fuente de las GEI

FUENTE	GEI
Vehículos propios de la empresa	CO ₂ , CH ₄ , NO ₂
Gases de soldadura	Dióxido de Carbono (CO ₂)

Alcance 2: emisiones indirectas de GEI.

Emisiones provenientes de la generación de energía de la empresa sin embargo no son propiedad o no están controladas por la misma.

El consumo de energía eléctrica se distribuye a toda la planta para el funcionamiento de múltiples equipos, máquinas – herramientas que se ocupan en la fabricación del bus tipo; cabe resaltar el mayor punto de consumo eléctrico es, la utilización de equipos de soldadura que representan un mayor consumo de energía eléctrica, que se presenta en la tabla.

En la Tabla 21, se observa la descripción de las Emisiones Indirectas de GEI.

Tabla 21: Alcance 2 Datos de Emisiones Indirectas

Alcance 2	
Emisiones indirectas de GEI por energía	Estas emisiones GEI se producen por la generación de energía no están controladas por Los Andes, proviene por el consumo de electricidad.

En la Tabla 22, se describe las fuentes de emisiones que se mencionaron anteriormente en el alcance 2:

Tabla 22: Fuente de las GEI

FUENTE	GEI
Electricidad	CO ₂ equivalente

Alcance 3: otras emisiones indirectas asociadas al GEI.

Emisiones indirectas consecuencia de las actividades que ocurren en fuentes que no son propiedad de la empresa, ni están controladas por ella.

Esta categoría es opcional, en el presente estudio no se tomará en cuenta debido a que este tipo de emisiones no son controladas por Carrocerías Los Andes.

3.1.1.3 Alcance del estudio

Carrocerías Los Andes incluye la cuantificación de GEI directas o indirectas cuya contribución es de importancia y aquella cuya cuantificación es técnicamente viable o rentable. Carrocerías Los Andes ha considerado las emisiones del alcance 1 y alcance 2 ya que están enfocadas a las actividades de la organización. En la Fig. 25, se muestra el esquema de los alcances.

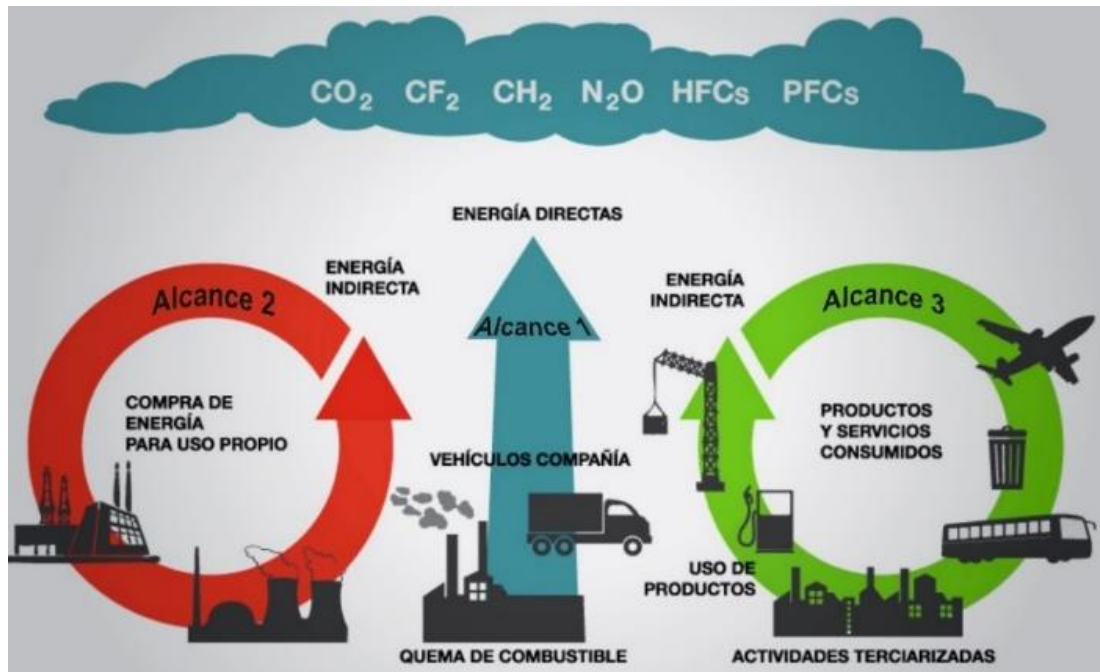


Fig. 25: Esquema de alcances [2].

El área de cálculo de huella de carbono está contemplada en las instalaciones de la empresa. Esto comprende una superficie de 211,40 m² en el área de oficinas y el área de taller conforma una superficie de 517,55 m².



Fig. 26: Foto frontal de Carrocerías Los Andes

3.1.1.4 Año base

El periodo 2015 es el año base utilizado para dar seguimiento al desempeño de Carrocerías Los Andes hacia emisiones de GEI. El mismo que será utilizado para emisiones de CO₂ equivalente.

3.1.1.5 Factores de la cuantificación

1. Identificación de fuentes
2. Selección de las metodologías de la cuantificación
3. Selección y recopilación de datos de la actividad de GEI.
4. Selección de factores de emisión.

3.1.1.6 Cálculo operativo

Para proseguir con el cálculo se utiliza el procedimiento ya establecido por la IPPC para la estimación del CO₂ equivalente, tomando en cuenta los alcances de la organización y el año base requerido para el cálculo de la misma [23].

3.2 Procedimiento para la estimación del CO₂ equivalente

3.2.2 Procedimiento para realizar una medición

3.2.2.1 Medición de la temperatura ambiente

El equipo de medición de gases Testo 335 viene equipado con un sensor de monitoreo de temperatura ambiente, si no se encontrara la misma se tomara el valor de temperatura medido por la temocupla de la sonda de gases de combustión.

Este ajuste se realiza al iniciar la configuración de valores iniciales

3.2.2.2 Selección de la localización de memoria

Se crea una carpeta con el nombre para un nuevo grupo de mediciones. En la Fig. 27, se observa la creación de la carpeta UTA 1.

- Ingresar a Memory /New Folder/City_State/ escribir el nombre en Site Number:
- Para guardar presionamos en OK, save input.

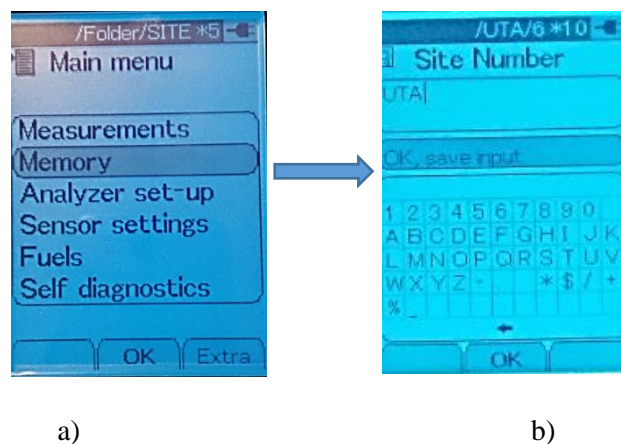


Fig. 27: a) Selección de memory, b) Ingreso del nombre de carpeta

3.2.2.3 Creación de la subcarpeta para las mediciones

- Ingresamos a la carpeta UTA.
- Seleccionamos New Test Site
- Ingresamos el nombre Los Andes, en la siguiente Fig. 28, se puede observar subcarpeta mencionada.
- Para guardar presionamos en OK, save input.

- Ingresamos a la Sub - Carpetas “Measurements”.

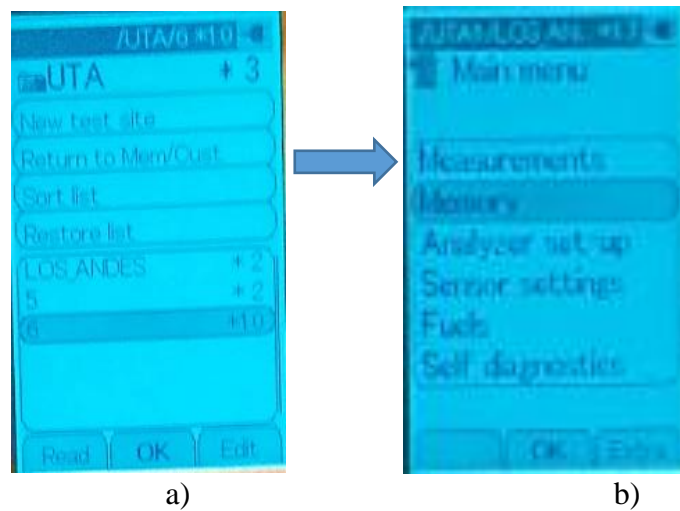


Fig. 28: a) Creación subcarpeta los andes, b) Menú Principal

3.2.2.4 Creación de un Programa de medición

- Ingresamos a Program.
- Procedemos a configurar los parámetros Date rate/ Sample time de acuerdo al caso de tiempo de medición que lo requiera.
- Procedemos a configurar los parámetros del combustible que ocuparemos.
- Para iniciar presionamos Start.

En la siguiente Fig. 29 y 30, se puede observar lo mencionado anteriormente.

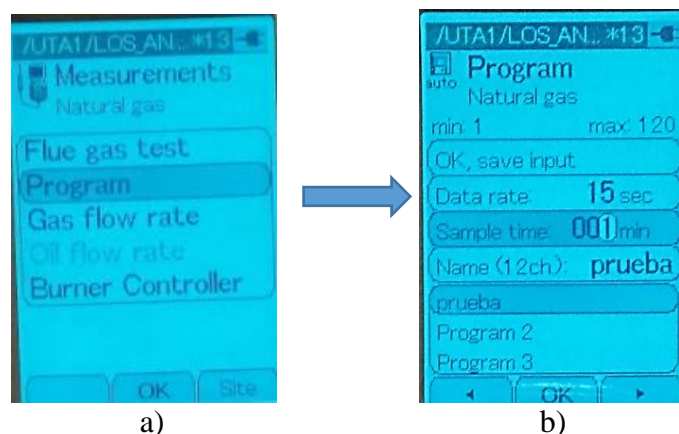


Fig. 29: a) Selección del programa, b) Configuración de programa.

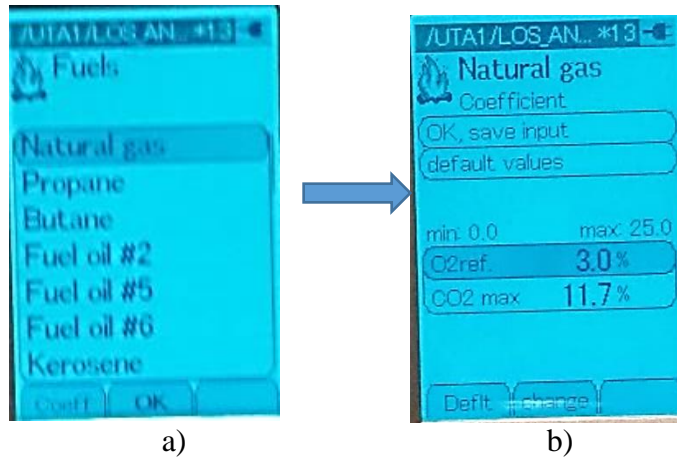


Fig. 30: a) Selección de gas natural, b) Verificación de parámetros del gas.

3.2.2.5 Inicialización de la medición.

- Seleccionamos with zeroing para empezar la medición desde cero. El equipo procede a encerse 30 segundos.
- Terminado el enceramiento, el equipo procederá a iniciar la medición.
- Medición de gases.

En la siguiente Fig. 31, se observa lo mencionado para un mayor comprensión.

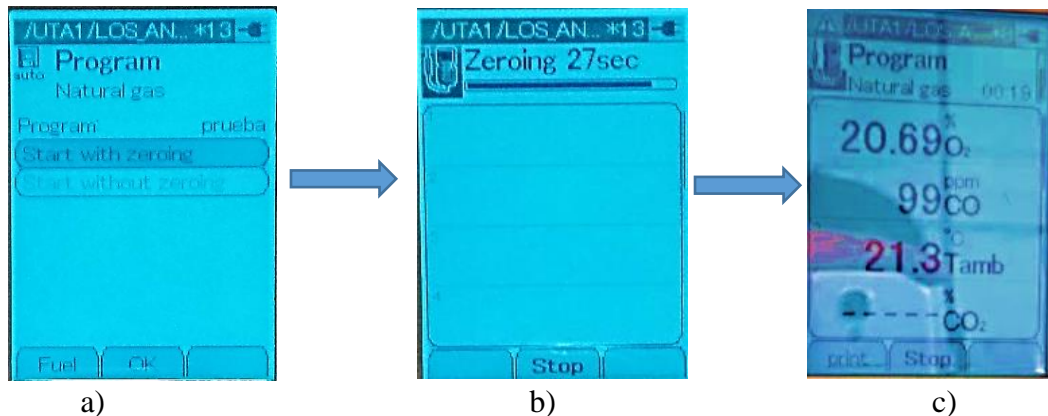


Fig. 31: a) Inicialización de enceramiento, b) Enceramiento 30 seg., c) Medición de gases

3.2.2.6 Tabla de Datos.

- Ingresamos al menú principal.
- Seleccionamos la carpeta UTA 1.
- Seleccionamos la subcarpeta LOS_ANDES.

En la Tabla 23, se muestra con la información recogida durante la medición de gases con las siguientes variables.

Tabla 23: Variables/Descripción de información del analizador

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
O ₂ %	Porcentaje de oxígeno en volumen
CO ppm	Partículas por millón de Monóxido de Carbono
T.amb °C	Temperatura Ambiente en grados centígrados
CO ₂ %	Porcentaje de Dióxido de Carbono en volumen
EFF	Rendimiento
Ex.Air	Exceso de aire.

En la Fig. 32, se observa las mediciones tomadas por el equipo.

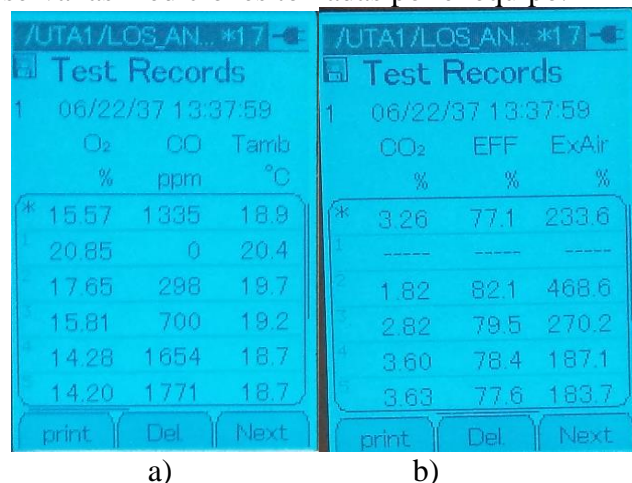


Fig. 32: Datos obtenidos durante la medición de gases

3.2.2.7 Recomendaciones para la toma de datos

- Verificar que la termocupla no se encuentre rozando la pared de la sonda. Caso contrario se debe enderezar.
- La sonda debe encontrarse alineada de tal manera que los gases de combustión fluya rápidamente por la termocupla.
- La boquilla debe encontrarse dentro de la combustión generada donde se encuentra la mayor temperatura.

En la siguiente Fig. 33, se detalla los ítems descritos anteriormente.

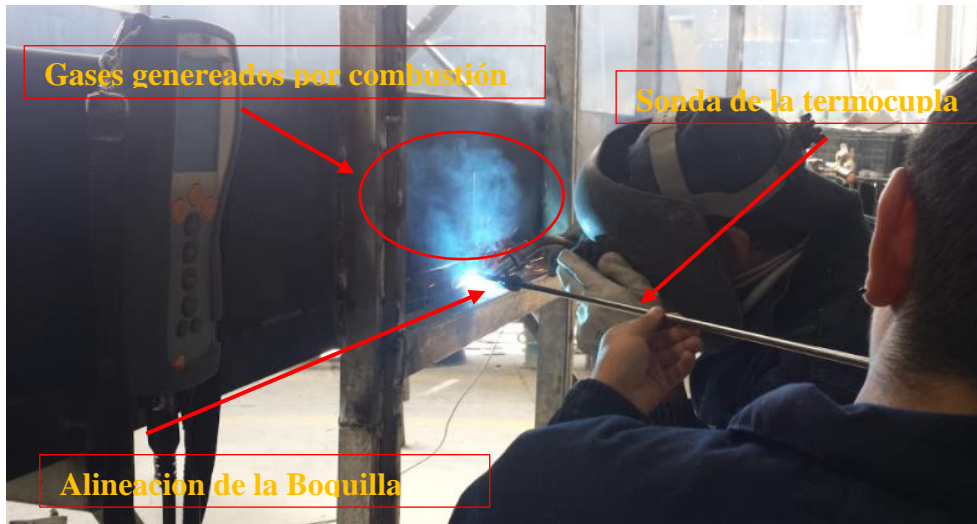


Fig. 33: Medición de gases de combustión

El equipo utilizado para las mediciones de los gases fue el Testo 335. Este mismo cuenta con sensores comunes para la combustión, tales como oxígeno (O_2), dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrógeno (NO), dióxido de azufre (SO_2). El analizador está conformado por una unidad de control, un analizador interno de productos de combustión, y una sonda de muestreo. También cuenta con una pantalla la cual muestra los valores obtenidos de cada parámetro.

Para el cálculo del CO_2 , el equipo utiliza una ecuación la cual se muestra a continuación:

$$CO_2 = \frac{21-O_2}{21} \times CO_{2m\acute{a}x} \quad \text{Ecuación 1: Cálculo interno de } CO_2 \text{ del equipo [20].}$$

Posteriormente realizamos el cálculo para encontrar el CO_2 Máx. que utilizamos para realizar la medición, mediante la siguiente ecuación:

$$CO_2 = CO + \frac{1}{2} O_2 \quad \text{Ecuación 2: Cálculo de } CO_2$$

El material de aporte en el proceso SMAW tiene 0,11% de carbono, el cual se observa en el Anexo 2.

$$CO_2 = CO + \frac{1}{2} O_2$$

$$CO_2 = 0,11\% + \frac{1}{2}(21\%)$$

$$CO_2 = 0,11\% + 10,5\%$$

$$CO_2 = 10,61\%$$

El material de aporte en el proceso GMAW tiene 0,08% de carbono, el cual se observa en el Anexo 3.

$$CO_2 = CO + \frac{1}{2}O_2$$

$$CO_2 = 0,08\% + \frac{1}{2}(21\%)$$

$$CO_2 = 0,08\% + 10,5\%$$

$$CO_2 = 10,58\%$$

Conociendo los porcentajes de CO₂ para los procesos, finalmente seleccionamos el porcentaje máximo que más se acerque al 10,61%. En la Tabla 24, se observa los valores de combustión del CO₂ máx.

Tabla 24: Valores de Combustión [20].

Combustible	CO ₂ máx.
Gasoil EL	15,40%
Gas natural	11,80%
Carbón	18,50%

3.3 Toma de muestra

3.3.1 Utilización de la estrategia de muestreo

Los gases generados en las operaciones de soldadura se dividen en varias etapas como son: reconocimiento, evaluaciones ambientales, manejo de muestras e interpretación

de resultados con la ayuda de estadísticas aplicadas industriales. El muestreo puntual, es la muestra tomada en un lugar representativo en un determinado momento. Permite evaluar de forma exacta la concentración total de gases emitidos en el proceso de soldadura, evaluando la exposición del trabajador durante esta tarea [25].

Muestra puntual: la muestra de 30 mediciones se realizó en un intervalo de duración de 15 segundos hasta 2 minutos, con intervalos de tiempo aleatorios en diferentes puntos. Los 30 periodos de muestreo cubre la mayor parte de la jornada de trabajo, que abarcó 2 horas diarias. Es importante considerar que estas muestras puntuales deben ser representativas de la jornada de trabajo. En la siguiente Fig. 34, se observa en forma esquemática la estrategia de muestreo.

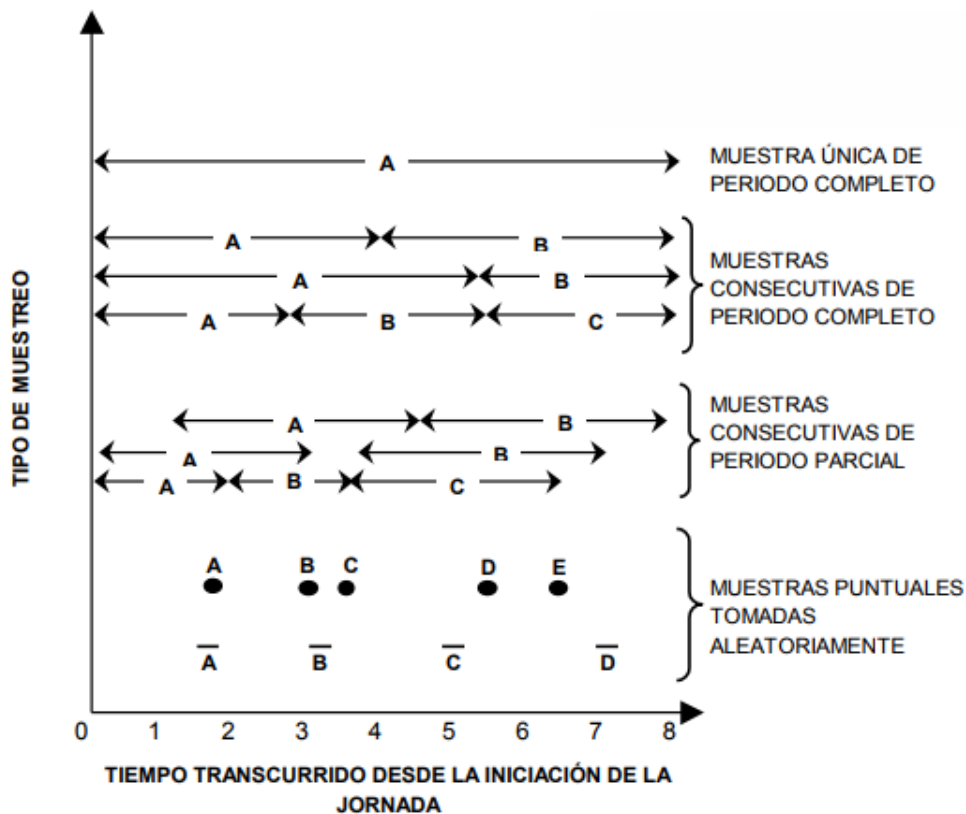


Fig. 34: Representación gráfica de muestreos [25, 26]

3.4 Resultados obtenidos

Para el proceso SMAW, se tomó una muestra de 30 mediciones de gases emitidos por este proceso de soldadura. Por medio de celdas diferentes, se midieron los valores de O₂ (oxígeno) y CO (ppm) de maneras simultaneas. Esto permitió calcular el porcentaje de CO₂ en el proceso de soldadura. La cantidad de datos obtenida se debe a que el

tiempo de toma es corto por la configuración del equipo, tomando el valor máximo de medición. En la Tabla 25, se muestra los valores del nivel de O₂, CO, CO₂.

Tabla 25: Nivel de concentración más de O₂, CO, CO₂.

ELEMENTO	SOLDADURA SMAW	
	Porcentaje de emisiones de CO ₂	
O ₂ %	21,04	
CO ppm	18	
CO ₂ %	0,0225	

Para el proceso GMAW, se tomó una muestra de 30 mediciones de gases emitidos por este proceso de soldadura. Por medio de celdas diferentes, se midieron los valores de O₂ (oxígeno) y CO (ppm) de maneras simultaneas. Esto permitió calcular el porcentaje de CO₂ en el proceso de soldadura. La cantidad de datos obtenida se debe a que el tiempo de toma es corto por la configuración del equipo, tomando el valor máximo de medición. En la Tabla 26, se muéstralos valores del nivel de O₂, CO, CO₂.

Tabla 26: Nivel de concentración más de O₂, CO, CO₂

ELEMENTO	SOLDADURA GMAW	
	Porcentaje de emisiones de CO ₂	
O ₂ %	21,06	
CO ppm	4504	
CO ₂ %	3,97	

Se determina las emisiones de CO₂ equivalente con los siguientes parámetros específicos. Las emisiones de factores directos al dato de consumo con la Ecuación 2.

Donde:

un = unidades de consumo

$$Emisiones(KgCO_2) = Consumo(un) \times Factor\ de\ emisión\left(\frac{KgCO_2}{un}\right) \quad \text{Ecuación 3:}$$

Emisiones de CO₂ equivalente [24].

En el Anexo 4 se muestra los factores de emisión.

En la Tabla 27, se describe los datos de la actividad

Tabla 27: Datos de la actividad

VARIABLE		DATOS DE CONSUMO	UNIDAD
Gasolina	Vehículo (Chevrolet)	1.338,28	litros
Gas de soldadura SMAW	Peso de electrodo	2,5	Kg
Gases de soldadura GMAW	Peso de electrodo (alambre)	20	
Electricidad	Oficinas y Taller	58.404,46	kWh

Debido a que la empresa realiza el Bus Tipo en ciertas épocas del año se realizó la estimación mensualmente. En la Tabla 28, se muestra los resultados obtenidos en el cálculo de CO₂ equivalente. En el Anexo A13 se observa las emisiones resultantes mediante el uso de la hoja de cálculo.

Tabla 28: Resultados obtenidos

VARIABLE	EMISIÓN EN CO ₂ EQUIVALENTE (kg de CO ₂ -e)
Alcance 1 (Combustible)	323,44
Alcance 1(Gases de soldadura)	46,81
Alcance 2 (Electricidad)	1873,81
Total de emisiones	2244,06

3.5 Análisis de resultados

En el proceso de soldadura SMAW se obtuvo como resultado 0,0225% de CO₂ (225 ppm) como se observa en el Anexo A5, en cambio en el proceso GMAW se obtuvo como resultado 3,97% de CO₂ (39700 ppm) como se observa en el Anexo A6, siendo este proceso en cual presenta un alto índice liberado de CO₂ a la atmósfera. En la Tabla 29, se muestra los Valores de referencia y concentraciones aconsejadas para algunos contaminantes ambientales industriales

Tabla 29: Valores de referencia y concentraciones aconsejadas para algunos contaminantes ambientales industriales

Contaminante	Concentración	Tiempo de exposición	Origen
Dióxido de Carbono	18000 mg/m ³ (10000ppm)	8 horas	PEL-TWA (OSHA)
	9000 mg/m ³ (5000ppm)	8 horas	TLV-TWA (ACGIH)
	54000 mg/m ³ (30000ppm)	15 min	PEL-STEL(OSHA) /TLV-STEL (ACGIH)

En la Tabla 29 se observa la concentración de dióxido de carbono y el tiempo de exposición y de esto se concluye que los valores obtenidos en los procesos SMAW y GMAW son admisibles para la jornada de trabajo para un soldador que se desenvuelve en dicha empresa ya que el CO₂ se puede disipar en el ambiente debido a su ventilación es adecuada.

De igual manera se hace referencia a los resultados obtenidos con los valores permisibles de normas internacionales como la EPA, que tiene estándares de categoría primaria y secundaria para la protección de la población. Clasificando al CO como uno de los seis contaminantes principales. En la Tabla 30, se observa los valores (a) hace referencia al tiempo de exposición de una persona y (b) es el nivel de concentración máximo que debe existir en el ambiente.

Tabla 30: Estándares de Calidad del Aire Ambiente de la EPA [27].

Contaminante	Categoría	Tiempo promedio (a)	Nivel de concentración (b)	Forma
Monóxido de Carbono (CO)	Primaria	1 hora	35 ppm	Valor que no puede ser superado más de una vez al año.

En la Tabla 30, se muestra el estándar de calidad del aire ambiente de la norma EPA. Indicando el valor máximo de 35 ppm valor el cual no superado. En el análisis de soldadura SMAW, se obtuvo 18 ppm de CO siendo el valor admisible para la

exposición de un trabajador a la emisión de gases, como se observa en el Anexo A5. En el proceso GMAW se obtuvo 4504 ppm CO siendo el valor no admisible para la exposición de un trabajador a la emisión de gases, como se observa en el Anexo 3. En la Fig. 35, se observa los parámetros de ambiente de CO.

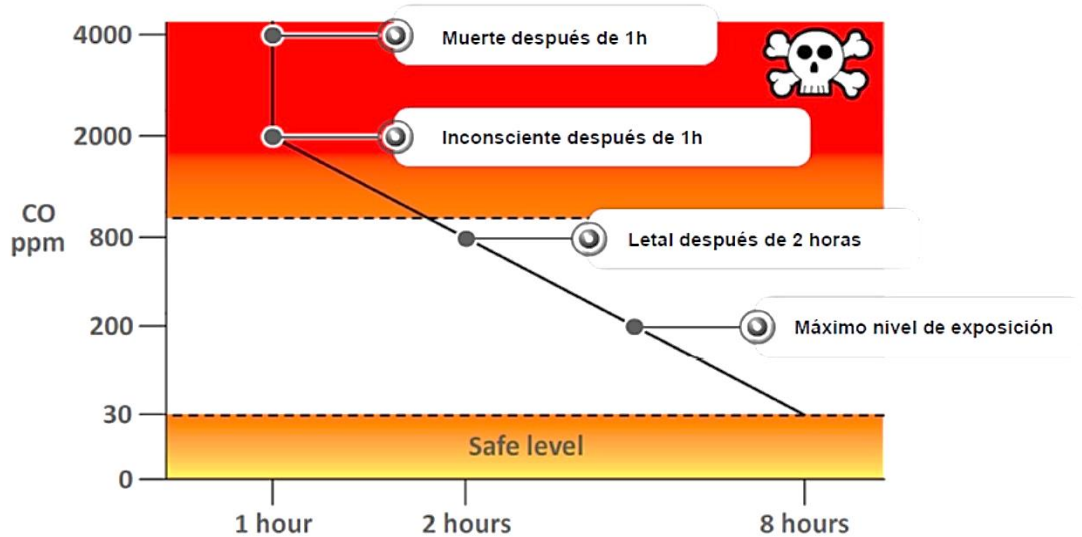


Fig. 35: Parámetros de ambiente de CO [20].

Con las mediciones realizadas, se observa que el proceso GMAW es el que mayor número de ppm de CO obtuvo a lo largo de las mediciones y durante la fabricación de la carrocería a mayor exposición de este proceso de soldadura existe un peligro de intoxicación.

3.6 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos permiten identificar el porcentaje de partículas por millón (ppm) de CO₂ y material particulado, ambos liberados al medio ambiente. La intensificación del efecto invernadero va de la mano con el aumento de CO₂ atmosférico, provocando el calentamiento global.

En el proceso de soldadura SMAW se obtuvo 0,0225% de CO₂ (225 ppm) y en el proceso GMAW de 3,97% de CO₂ (39700 ppm), donde con los resultados obtenidos se evidencia que las emisiones de ambos procesos contribuyen al calentamiento global debido a que el dióxido de carbono es uno de los principales GEI. La abundancia

relativa de CO₂ en la atmósfera y su incremento exponencial en los últimos 50 años es el indicador principal del incremento de temperatura.

3.6.1 Consecuencias del CO₂ en el calentamiento global.

El CO₂ como principal contribuyente al cambio climático, crea una película gaseosa en la atmósfera que impide la salida de la radiación infrarroja hacia el espacio, aumentando la temperatura de aquí a este fenómeno se le denomine efecto invernadero.

3.6.1.1 Impactos sobre el agua

Los glaciares andinos desaparecen totalmente, amenazando el suministro de agua a millones de personas. Entre mil y cuatro mil millones más de personas sufren de escasez de agua, mientras que entre mil y cinco mil millones reciben más agua con riesgos posibles de inundaciones.

3.6.1.2 Impactos del cambio climático en la producción de alimentos

Los cambios climáticos afectarán la agricultura, al alterarse los promedios de la Temperatura ambiental, los regímenes de lluvias, la duración de las estaciones y las fechas de eventos de campo como siembras y cosechas.

3.6.1.3 Impactos del cambio climático en la salud humana

Cambios climáticos en estas condiciones podrían afectar en forma significativa la salud humana, aumentando los riesgos de mortalidad debido a causas relacionadas con el estrés térmico, las enfermedades infecciosas, la contaminación urbana, la falta de condiciones higiénicas, frecuentes inundaciones, entre otras.

Y de igual forma debido a que los niveles de CO fueron elevados en la toma de datos se tomó en consideración para el análisis.

Según la norma EPA el tiempo promedio en un ambiente que contenga material particulado no debe exceder el nivel de concentración de 35 ppm en un tiempo promedio de 1 hora. El nivel de concentración puede variar según la norma utilizada.

Al exceder estos valores recomendados, el ser humano puede experimentar a largo plazo efectos en la salud que se detallan a continuación:

3.6.2 Consecuencias del CO en la salud humana

3.6.2.1 Riesgos en el sistema respiratorio

La exposición por inhalación puede conducir a enfermedades respiratorias agudas o crónicas como por ejemplo: la bronquitis crónica, la enfermedad pulmonar intersticial, el asma, el cáncer de pulmón y las anomalías de las funciones pulmonares [27].

3.6.2.2 Riesgos en el riñón

El cromo puede deteriorar la función renal debido a la acumulación en las células epiteliales de los túbulos renales soldadores expuestos a metales pesados como el cadmio y el níquel han experimentado daño renal [27].

3.6.2.3 Riesgos en el sistema nervioso

La soldadura provoca una disminución de las funciones cerebrales y las habilidades motoras, el monóxido de carbono causa los trastornos neurológicos de la memoria, de igual manera provoca daños en el sistema nervioso central [27].

3.6.2.4 Otros problemas de salud

El calor intenso y las chispas de soldadura pueden causar quemaduras, las lesiones oculares son posibles debido al contacto con la escoria caliente, las virutas del metal, y los electrodos calientes. Las posturas incómodas y movimientos repetitivos dan como resultado cepas, esguinces y trastornos musculoesqueléticos [27].

Por otro lado, de estos resultados se desprende información donde se estiman las cantidades de gases (GEI) en los procesos de soldadura SMAW y GMAW, que pueden ser de utilidad para la organización en términos de proyección para futuras investigaciones, reducir el número de emisiones emitidas a la atmósfera y tomar las acciones de prevención necesarias para precautelas la salud del trabajador.

3.6.3 Acciones para reducir las emisiones de CO₂

Finalmente, con los niveles de CO₂ obtenidos en la empresa, se podrían reducirlos tomando en consideración las siguientes acciones para su reducción:

- Reemplazar los focos tradicionales con focos ahorradores.
- Desconectar todos los aparatos eléctricos que no utilicen en la fabricación del Bus Tipo, ocuparlos siempre y cuando sean necesarios.
- Elegir un vehículo de menos consumo. Un vehículo nuevo puede ahorrar 1360 kilos de CO₂ al año si este rinde dos kilómetros más por litro de combustible.
- Plantar árboles, un solo árbol elimina una tonelada de dióxido de carbono a lo largo de su vida.

El IPCC estableció que, para mantener estables los niveles de Dióxido de Carbono en la atmósfera, y por tanto frenar el incremento del cambio climático, los niveles de emisión deberían reducirse a 3,35 Giga toneladas de Carbono por año.

La alternativa de Ecuador para reducir las emisiones de CO₂ es el impuesto verde o impuesto de matriculación vehicular cuya misión es regularizar las emisiones de CO₂ en vehículos y embarcaciones.

La multa por emitir una tonelada de CO₂ es de \$20/ton entonces se obtuvo un total de 2758,92 kg de CO₂ (Consumo mensual) con este dato se transforma a toneladas de CO₂.

$$\frac{2758,92 \text{ kg}}{1000 \text{ kg}} \left| \frac{1 \text{ Ton}}{1000 \text{ kg}} \right| = 2,76 \text{ Ton}$$

Se multiplica por el valor de la multa

$$\frac{2,76 \text{ Ton}}{1 \text{ Ton}} \left| \frac{\$ 20}{\text{Ton}} \right| = \$ 55,2$$

Entonces como resultado se tiene una multa económica de \$ 55,2.

Es necesario que se continúe investigando, sobre los efectos que estas emisiones producen al personal que trabaja en la fabricación de carrocerías, tomando en cuenta que en Tungurahua se produce el 65% de carrocerías a nivel nacional. Para la validación de estos datos es recomendable, tomar en cuenta los diferentes gases que se producen al momento de un proceso de soldadura.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El consumo energético en el proceso de fabricación del Bus Tipo, es el que mayor Kg de CO₂-e emite al medio ambiente.
- El proceso de soldadura SMAW, no tiene emisiones considerables de CO₂ debido a que es una combustión incompleta, por lo que se obtiene de este proceso material particulado.
- El proceso de soldadura SMAW, tuvo un valor máximo de 18 ppm de CO, lo cual según la EPA es un dato aceptado para que un trabajador pueda estar expuesto a estas emisiones.
- El proceso de soldadura GMAW, tiene un porcentaje bajo de CO₂ porque es una combustión incompleta debido a esto se produce material particulado por el proceso de combustión.
- El proceso de soldadura GMAW, tuvo un valor de 4504 ppm de CO lo cual según la EPA es un dato no aceptado que da como consecuencia que un trabajador puede estar expuesto a una intoxicación y puede poner en riesgo su salud.
- En el caso de los proceso de soldadura, el analizador de gases TESTO 335 está diseñado para detectar gases de combustión. Razón por la cual, las concentraciones de los gases de soldadura emitidos en Carrocerías los Andes deben tomarse como una referencia, mas no como un resultado preciso.
- La hoja electrónica facilita el cálculo de la obtención del CO₂ equivalente que se produce en la empresa, por medio de herramientas útiles de Excel.

4.2 Recomendaciones

- Es necesario tener conocimientos previos de equipos de mediciones de gases, y sus aplicaciones así elegir el adecuado para la toma de datos.
- Verificar el correcto funcionamiento de las celdas de medición incorporadas en el equipo para tener valores más admisibles.
- El almacenamiento de datos en el equipo, debe ser debidamente monitoreada por el usuario para verificar el número de datos sea correcto de acuerdo a las mediciones.
- El presente documento sirve como base para futuras investigaciones, considerando el aumento de número de mediciones para tener un nivel de incertidumbre más real.
- Como ampliación del proyecto se podrá contemplar la utilización de diferentes celdas para tener mayores datos de emisiones de diferentes gases, se deberá considerar otras partes del proceso de fabricación de carrocerías que puedan emitir CO₂ equivalente para poder determinar la huella de carbono en la fabricación del Bus Tipo.

4.3. Bibliografía

- [1] C. Espíndola and J. O. Valderrama, "Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas," vol. 23, p. 14, 2012.
- [2] A. E. p. I. Calidad, "LA HUELLA DE CARBONO," p. 5, 2011.
- [3] M. C. d. S. Estratégicos, "Balance Energético Nacional 2016 Año Base 2015 " vol. Parte 2, p. 62, 2016.
- [4] J. L. Sullivan, A. Burnham, M. Wang, and E. Systems, "Energy-consumption and carbon-emission analysis of vehicle and component manufacturing,"; Argonne National Laboratory (ANL) ANL/ESD/10-6; TRN: US201023%%463 United States 10.2172/993394 TRN: US201023%%463 ANL ENGLISH, 2010.
- [5] J. Koplin, S. Seuring, and M. Mesterharm, "Incorporating sustainability into supply management in the automotive industry – the case of the Volkswagen AG," *Journal of Cleaner Production*, vol. 15, pp. 1053-1062, 2007/01/01/ 2007.
- [6] M. K. Kulekci, "Magnesium and its alloys applications in automotive industry," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 39, pp. 851-865, November 01 2008.
- [7] K. S. Sangwan, C. Herrmann, P. Egede, V. Bhakar, and J. Singer, "Life Cycle Assessment of Arc Welding and Gas Welding Processes," *Procedia CIRP*, vol. 48, pp. 62-67, 2016/01/01/ 2016.
- [8] M. A. D. YARANGA, "DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y TRATAMIENTO DE GASES EN UN AMBIENTE DE FORJA Y SOLDADURA," *Energía*, FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, Lima, 2016.
- [9] V. M. D. ABALCO and I. A. J. CHASI, "ÁNÁLISIS DE IMPACTO Y CONTROL AMBIENTAL EN BASE A LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN PROVENIENTES DE MÁQUINAS Y EQUIPOS DE USTO INDUSTRIAL UTILIZANDO UN ANALIZADOR TESTO 335 DEL LABORATORIO DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA DE LA ESPE ", *ENERGÍAS*, ESPE, Sangolqui, 2012.

- [10] D. G. J. PUCA and Á. F. M. LLUMÁN, "PROPUESTA DE REORGANIZACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA LAS CARROCERÍAS: INTERPROVINCIAL Y BUS-TIPO EN LA EMPRESA VARMA S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO.", "Ingeniería Industrial, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2010.
- [11] Revista Líderes, "54 empresas carroceras ya tienen su certificación," 2 de agosto 2015.
- [12] J. L. G. Pérez, "SISTEMAS DE TRANSPORTE PARA EL ENSAMBLAJE DE ESTRUCTURAS DE CARROCERÍAS EN LA EMPRESA PICOSA CÍA. LTDA.," Proyecto de Investigación, INGENIERÍA MECÁNICA, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, AMBATO, 2015.
- [13] H. MOTORS, "Manual para el Montaje de Carrocerías Ltd.," ed. Japón, 2000.
- [14] SOLDEXA, "MANUAL DE SOLDAURA & CATÁLOGO DE PRODUCTOS," vol. 7, OERLIKON, Ed., ed. Perú.
- [15] C. Naranjo, "TECNOLOGÍA DE LA SOLDADURA," ESPE, Ed., ed. Quito, 2008, p. 68.
- [16] AWS, "Specification for Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal ArcWelding," vol. 1, A. N. S. Institute, Ed., ed: Copyright American Welding Society, 2004, p. 55.
- [17] INDURA, "MANUAL DE SISTEMAS Y MATERIALES DE SOLDADURA," INDURA, Ed., ed. Chile.
- [18] J. U. S. Ana Rosa Moreno Sánchez, "Impactos sociales del cambio climático en Mexico," INE-PNUD, Mexico 2014.
- [19] C. S. Naranjo, *Teoría de la Combustión*, 2011 ed. Madrid, 2011.
- [20] TESTO, "ANÁLISIS DE LA COMBUSTIÓN," p. 92.
- [21] TESTO, "Manual práctico Tecnología de medición en calderas," 3 ed. Barcelona.
- [22] TESTO, "Soluciones de Medición para Emisiones, Servicio y Procesos Térmicos," TESTO, Ed., ed, 2008, p. 36.
- [23] Ihobe, I. I. y. C. S.A., and S. L. Creara Consultores, "Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones," Bilbao 2006.

- [24] J. Penman, D. Kruger, and I. Galbally, "Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero [en línea]. 2000.[Consultada el 31 de marzo de 2008]," *Disponible en*.
- [25] I. D. S. P. D. Chile, "Manual Básico sobre Mediciones y Toma de Muestras Ambientales y Biológicas en Salud Ocupacional," ed. Chile, 1999.
- [26] J. L. Perkins, "Modern Industrial Hygiene Recognition and Evaluation of Chemical Agents," vol. I, 1997.
- [27] F. Golbabaie and M. Khadem, "Air Pollution in Welding Processes — Assessment and Control Methods," in *Current Air Quality Issues*, F. Nejadkoorki, Ed., ed Rijeka: InTech, 2015, p. Ch. 02.

ANEXOS



testo 335 - Nueva ingeniería de medición para monitorizar emisiones

¿Cuántas ppm de NO hay realmente?



Knut Hoyer,
Director de
Desarrollo de
Productos de
Combustiones a

¿Como puede estar seguro que su analizador mide lo que debería estar midiendo? Nuestros sensores exclusivos, desarrollados especialmente para sus respectivas

aplicaciones, son insuperables por lo que respecta a exactitud; confirmado así mismo por laboratorios independientes como el TÜV.

La competencia de nuestros ingenieros disfruta de una alta estima por parte de grupos y comités de expertos en Berlín y Bruselas, en donde están implicados en los desarrollos de las futuras directrices dentro de sus capacidades como representantes industriales.

La existencia de un exhaustivo intercambio de conocimientos y experiencia con los laboratorios de medición oficiales de todo el mundo (p.ej. DKD para humedad y temperatura) asegura que su instrumento de medición Testo puede superar cualquier examen de exactitud. Por supuesto, estos esfuerzos se deben a un objetivo: asegurar a cualquier usuario de la ingeniería de medición Testo que esta utilizando el estándar industrial.

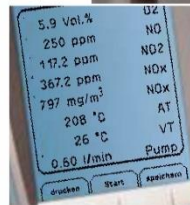
Beneficios adicionales para usted: conocemos hoy las directrices y las especificaciones de pruebas a las que nos tendremos que adaptar en el futuro.



Sondas de gases de combustión en diferentes longitudes y diámetros para todas las aplicaciones. Filtros preliminares en sonda para gases de combustión polvorientos.



La más alta flexibilidad- testo 335 con sensor de medición de O₂ de serie. Dos sensores adicionales tales como CO, CO₂, NO, NO_x, NO₂ o SO₂ seleccionables por el usuario.



Bomba potente de diafragma controlada automáticamente. En el visualizador se muestra el caudal. Además, la capacidad de bombeo está controlada automáticamente (de forma acústica) en un amplio rango de presión positiva o negativa (-200 a +50 mbar) o el caudal permanece constante.



Los sensores de medición se pueden cambiar in situ de manera fácil y rápida por el usuario



Analizador de gases de combustión compacto

testo 335

El testo 335 representa la nueva generación de analizadores de combustión, diseñado especialmente para las exigencias de las aplicaciones industriales. El testo 335 se puede utilizar para monitorizar todas las aplicaciones de emisiones por los operarios de hornos industriales como plantas energeticas y de procesos, servicios técnicos de fabricantes de quemadores/hornos, para construcción de plantas y motores fijos. Incluso se pueden realizar mediciones puntuales hasta un máximo de dos horas.

• **Dos sensores libremente seleccionables**- CO, CO bajo, NO, NO bajo, NO₂, SO₂

• **Dos ampliaciones del rango de medición diferentes**- Para continuar la medición a pesar de concentraciones altas de CO

- **Estándar:** dilución única en ranura 2 (CO, NO₂, SO₂) con factor 5

- **Opción:** dilución para todos los sensores con factor 2

• **Opción: medición en paralelo de ΔP o m/s para el análisis de gases de combustión** - Medición simultánea y sencilla de velocidad o caudal

• **Potente bomba de diafragma con control automático** - Ventajas:

- Bombeo constante dentro de un amplio rango de presión positiva o negativa (-200 hasta +50 hPa)

- Manguera de toma de muestras hasta una longitud máx. de 7,8 m (correspondiente a 2 extensiones de 2,8 m cada una)

• **18 combustibles estándar y 10 combustibles adicionales definibles por el usuario** - Los datos de los combustibles se calculan usando el nuevo software "easyEmission"

• **Sondas industriales con una nueva sonda con filtro preliminar** - Hasta un máx. de 1000 °C

• **Representación gráfica de la fecha de calibración de los sensores**

• **Parámetro calculado del punto de rocío en los gases de combustión**

• **Función logger** - Registro de datos en el analizador hasta un máx. de 2 horas

• **Inicialización de los sensores sin sacar la sonda de la chimenea**

• **Exactitud aprobada para O₂, CO₂, CO, NO, NO_{bajor}, °C, y hPa según EN Estándar 50379 Parte 2**



Función logger - Registro de datos en el analizador durante un máximo de 2 horas



Opcional: medición simultánea de ΔP y m/s para análisis de gases de combustión (p.ej. para cálculo del caudal máxico)



Medición en gases de combustión polvorientos gracias a la sonda con filtro preliminar

testo 335

ver sets para pedido del analizador

Modelo 0632 3350

Es imperativa la instalación de un segundo sensor de medición, de otro modo el testo 335 no funcionará. Solo se pueden instalar dos sensores de medición adicionales.

Consulte los Datos de Pedido en pag.10

Buenas razones para el análisis de gases de combustión

Conducto de gases de combustión

La manejabilidad del testo 335 y su funcionamiento independiente de la conexión a red (funcionamiento por batería) permite las mediciones en lugares de difícil acceso en los conductos de gases de combustión. Se comprueba el funcionamiento de los filtros de forma rápida y sencilla mediante la medición de la presión diferencial (opcional).

Control de emisiones

La velocidad también se mide durante las comprobaciones rápidas de emisiones. Por ejemplo, se puede comprobar la posición de una sonda fija de toma de muestras. El testo 335 se puede calibrar con mucha precisión con gas patrón cuando se miden emisiones.

Análisis de cámaras de combustión

El testo 335 dispone de amplios rangos de medición para detectar "nidos" de CO de forma fiable y comprobar las atmósferas reducidas. Las sondas de toma de muestras se pueden usar en temperaturas de hasta 1800 °C.

Ajuste de quemadores

Para un correcto ajuste de las calderas, el testo 335 calcula el rendimiento y el promedio de aire. La presión en la cámara de combustión (opcional) se mide al mismo tiempo que los valores de gases de combustión. Esto es muy importante en las calderas de procesos múltiples.



Accesorios

Impresora de infrarrojos versátil

La impresora portátil IRDA sin cables, con interface de infrarrojos, guarda los datos de impresión. De esta forma se ahorra tiempo, puesto que el instrumento de medición queda listo para volverse a utilizar inmediatamente después de la transmisión de los datos. La impresora se puede usar en cualquier lugar.

Impresora portátil Testo con interface IRDA y de infrarrojos sin cables, 1 rollo de papel térmico y 4 pilas AA

Modelo 0554 0547



La impresora portátil IRDA guarda los datos de forma que el instrumento se puede volver a utilizar inmediatamente después de la transmisión

Software: "easyEmission"

La solución completa para la gestión de datos para el análisis de gases de combustión

- Intervalos de medición configurables por el usuario (1 medición por segundo hasta 1 medición por hora)
 - Transmisión en segundos a Microsoft Excel
 - Combustibles definidos por el usuario
 - Visualización de las lecturas en gráficas o tablas
 - Sencilla creación de protocolos personalizados
- "easyEmission" software para testo 335 incl. cable USB para conexión al PC

Modelo 0554 3334



Software con funciones de análisis y gráficos, medición online

SoftCase

El SoftCase protege el instrumento contra impactos. Está fabricado en plástico maleable. Una práctica correa facilita el transporte.



SoftCase para testo 335 con correa de transporte

Modelo 0516 0335

Maleta

Maleta de aluminio del sistema para el almacenamiento seguro del instrumento, sondas y accesorios. La sonda de gases de combustión se guarda en la tapa.



Maleta de aluminio

Modelo 0516 3350

Maleta de aluminio del sistema, fácil colocación de instrumento, sondas y accesorios




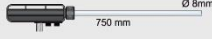
Instrumento/Opciones	Modelo
ver sets para pedido del analizador	0632 3350
Es imperativa la instalación de un segundo sensor de medición, de otro modo el testo 335 no funcionará. Solo se pueden instalar adicionales.	dos sensores de medición
Opción: sensor de CO, 0 ... 10000 ppm	0440 3988
Opción: sensor de CObajo, 0 ... 500 ppm	0440 3936
Opción: sensor de NO, integrado en la caja analizadora, 0 ... +3000 ppm NO	0440 3935
Opción: sensor de NObajo, 0 ... +300 ppm NO	0440 3928
Opción: sensor de NO2, 0 ... +500 ppm NO ₂	0440 3926
Opción: sensor de SO2, 0 ... +5000 ppm SO ₂	0440 3927
Opción: dilución de todos los sensores	0440 3350
Opción: medición presión/velocidad (no ampliable)	0440 3351
Accesorios	Modelo
Alimentador/cargador 100-240 V, para conexión a red o recargar la batería en el analizador	0554 1086
"easyEmission" software para testo 335 incl. cable USB para conexión al PC	0554 3334
Impresora portátil Testo con interface IRDA y de infrarrojos sin cables, 1 rollo de papel térmico y 4 pilas AA	0554 0547
Repuesto de papel térmico para impresora (6 rollos), tinta indeleble, documentación de datos de medición legible durante un periodo de tiempo (hasta 10 años)	0554 0568
Repuesto de papel térmico para impresora (6 rollos)	0554 0569
SoftCase para testo 335 con correa de transporte	0516 0335
Batería de repuesto + módulo de recarga	0554 1087
Recambio de filtro de partículas (10 u.)	0554 3385
Limpiador del instrumento (100 ml). Para evitar problemas y rápida limpieza de la carcasa, visualizador, teclado, empuñadura y sonda y manguera	0554 1207
Software "easyEmission" con licencia múltiple para testo 335	0554 3338
Actualización del software "easyEmission" para testo 350-S/-XL a software "easyEmission" para testo 335	0450 3334
Actualización del software "easyEmission" testo 335 al "easyEmission" testo 350-S/-XL	0450 3335
Maleta	Modelo
Maleta de aluminio, para instrumento y sondas	0516 3350
Certificados de Calibración	Modelo
Certificado de calibración ISO de Gases de combustión, Puntos de calibración 2,5% O ₂ ; 100 y 1000 ppm CO; 800 ppm NO; 80 ppm NO ₂ 1000 ppm SO ₂	0520 0003
Opciones para reequipamiento de instrumentos	Modelo
Más información acerca de las opciones de reequipamiento y precios previa solicitud.	

Sondas

Sondas estándar de muestreo		Modelo					
Sonda modular de gases de combustión, longitud 335mm, incl. cono de posicionamiento, termopar NiCr-Ni (Ti), Tmáx 500 °C y manguera de 2,2m		0600 9766					
Sonda modular de gases de combustión, longitud 700mm, incl. cono de posicionamiento, termopar NiCr-Ni (Ti), Tmáx 500 °C y manguera de 2,2m		0600 9767					
Sonda modular de gases de combustión, longitud 335mm, incl. cono de posicionamiento, termopar NiCr-Ni (Ti), Tmáx 1000 °C y manguera de 2,2m		0600 8764					
Sonda modular de gases de combustión, longitud 700mm, incl. cono de posicionamiento, termopar NiCr-Ni, Tmáx 1000 °C y manguera de 2,2m		0600 8765					
Sonda modular de gases de combustión, con filtro preliminar, longitud 335mm, incl. cono de posicionamiento, termopar NiCr-Ni (Ti), Tmáx 1000 °C y manguera de 2,2m		0600 8766					
Sonda modular de gases de combustión, con filtro preliminar, longitud 700mm, incl. cono de posicionamiento, termopar NiCr-Ni (Ti), Tmáx 1000 °C y manguera de 2,2m		0600 8767					
Sondas de gases de combustión modulares, disponibles en dos longitudes, incl. cono de sujeción, termopar NiCr-Ni, manguera 2,2 m. y filtro de partículas							
Accesorios para sondas		Modelo					
Extensión para manguera, 2.80 m., cable de extensión para analizador y sonda		0554 1202					
Módulo para sonda con filtro preliminar, longitud 335 mm., con cono de sujeción, Ø 8 mm, Tmáx 1000 °C		0554 8766					
Módulo para sonda con filtro preliminar, longitud 700 mm, con cono de sujeción, Ø 8 mm., Tmáx 1000 °C		0554 8767					
Filtro sinterizado de repuesto (2 un.)		0554 3372					
Módulo para sonda, longitud 335 mm, con cono de sujeción, Ø 8 mm., Tmáx 500 °C		0554 9766					
Módulo para sonda, longitud 700 mm, con cono de sujeción, Ø 8 mm, Tmáx 500 °C		0554 9767					
Vástago para sonda de 335 mm.,incl. cono de sujeción, Ø 8 mm., Tmáx 1000 °C		0554 8764					
Vástago para sonda de 700 mm., con cono de sujeción, Ø 8 mm., Tmáx 1000 °C		0554 8765					
Sondas de muestreo para mediciones en motores industriales		Modelo					
Sonda de gases de combustión para motores industriales, long. 335 mm, incl. cono de sujeción, trampa de condensados integrada y placa de protección contra el calor, Tmáx 1000 °C, manguera especial para mediciones de NO2/SO2, long. 2,2 m.		0600 7560					
Sondas de gases de combustión para motores industriales, long. 335 mm, incl. filtro preliminar, cono de sujeción, trampa de condensados integrada y placa de protección contra el calor, Tmáx 1000 °C, manguera especial para mediciones de NO2/SO2, long. 2,2 m		0600 7561					
Accesorios para sondas de muestreo para mediciones en motores industriales		Modelo					
Termopar para medición de la temperatura en gases de escape (NiCr-Ni, long. 400 mm, Tmáx. +1000 °C), con cable de 2,4 m.		0600 8894					
Repuesto de filtro de partículas (10 unidades) para trampa de condensados en sonda de muestreo y ampliación del rango de medición (dilución de gas) en el testo 360		0554 3371					
Filtro sinterizado de repuesto (2 un.)		0554 3372					
Sondas de muestreo de gases industriales - Sistema modular		Modelo					
Adaptador, no calentable		Temperatura ambiente: -20 a +50 °C; clase protección: IP54; entrada de gas: G1/4"; salida de gas: M 10x1 rosca externa; peso 0,4 kg	0600 7911				
Tubo de extensión hasta +600 °C, acero inox. 1.4571		1000 mm	0600 7802				
Tubo de extensión hasta +1200 °C, Inconel 625		Conexión: rosca/entrada de rosca G1/4"; peso: 0.45 kg	0600 7804				
Tubo de muestreo no calentable hasta +600 °C, acero inox. 1.4571		Conexión: G1/4" 1000 mm	0600 7801				
Tubo de muestreo no calentable hasta +1200 °C, Inconel 625		Peso: 400 g	0600 7803				
Tubo de muestreo no calentable hasta +1800 °C, Al-Óxido		Peso: 400 g	0600 7805				
Filtro preliminar para gases de combustión polvorientos, cerámico		50 mm	Carga partículas: máx. 20 g/m3; finura filtro: 20 um; temperatura: máx. 1000 °C; material: cerámica; conexión: racor roscado G1/4"; peso: 0,2 kg	0554 0710			
El filtro preliminar solo se puede instalar en la manguera de extensión 0600 7802 ó 0600 7804		Ø 20 mm					
Manguera de muestreo de gases con trampa de condensados integrada para medición precisa de NO2/SO2, long. 2,2 m				0554 3352			
Termopar, NiCr-Ni, -200 hasta +1000 °C, Inconel 625, 1,2 m. long.		Ø 4 mm	Conexión: al analizador vía cable de conexión de 4 m. con conector de 8 contactos; peso 0,15 kg.	0430 0065			
Termopar, NiCr-Ni, -200 hasta +1000 °C, Inconel 625, 2,2 m. long.			La longitud depende de la cantidad empleada de tubos de muestreo y de extensión.	0430 0066			
Termopar, NiCr-Ni, -200 hasta +1000 °C, Inconel 625, 3,2 m. long.				0430 0067			
Brida de montaje, acero inoxidable 1.4571. Brida con ajustes rápidos apropiada para todos los tubos de extensión/muestreo		Ø 160 mm		0554 0760			
Sondas de temperatura		Imagen	Rango	Exactitud	t99	Conexión	Modelo
Mini sonda de ambiente, Tmáx +80°C, para medición separada de la temperatura del aire ambiente			0 ... +80 °C				0600 3692
Sonda abrazadera para tuberías de hasta 2" de diámetro, para determinar la temperatura de flujo y de retorno			-60 ... +130 °C	Clase 2	5 s	Cable fijo	0600 4593
Mini sonda de ambiente, longitud inmersión 60 mm, con cono de sujeción, clip magnético, Tmáx +100°C, para medición de temperatura en chimeneas dobles en sistemas con entradas de aire externo primario							0600 9797



Accesorios Adicionales/Sets

Tubos Pitot	Imagen	Rango	Tipo de sonda	Modelo
Tubo Pitot, 350 mm de longitud, acero inoxidable, para medir la velocidad		Temp. Func. 0 ... +600 °C		0635 2145
Tubo Pitot, 1.000 mm de longitud, acero inoxidable, para medir la velocidad		Temp. Func. 0 ... +600 °C		0635 2345
Tubo de Pitot, acero inoxidable, 350 mm long, mide velocidad con temperatura, 3 x tubos (5 m long) y placa protección al calor		-40 ... +1000 °C	Tipo K (NiCr-Ni)	0635 2041
Tubo de Pitot, acero inoxidable, 750 mm long, mide velocidad con temperatura, 3 x tubos (5 m long) y placa protección al calor		-40 ... +1000 °C	Tipo K (NiCr-Ni)	0635 2042
Certificados de Calibración				Modelo
Certificado de calibración ISO de velocidad, anemómetro de hilo caliente y de molinete, tubo Pitot; puntos de calibración 1,5; 10 m/s				0520 0004
Certificado de calibración ISO de velocidad, Hitzdraht-, Flügelradanemometer, Staurohr; Kalibrierpunkte 5; 10; 15; 20 m/s				052003
Accesorios adicionales para sondas				Modelo
Manguera de conexión, silicona, 5 m de longitud, presión máx. 700 hPa (mbar)				0554 0440

Set básico asequible



El analizador compacto de gases de combustión, testo 335, supone una iniciación asequible a la ingeniería de gases de combustión industriales. Se puede usar para la toma puntual de mediciones durante dos horas en gases puros, para ajuste de calderas o control de procesos.

Ventajas:

- Ampliación del rango de medición de CO para continuar la medición incluso en concentraciones muy altas de CO
- Bomba de gas controlada automáticamente para un caudal de bombeo constante desde una presión negativa de -200 mbar hasta una presión positiva de máx. 50 mbar

Set básico asequible

- Analizador testo 335 (equipado con O₂ y CO); incl. factor 5 de dilución para CO, batería y protocolo de calibración
- Sonda de gases de combustión, long. 335 mm, Ø 8mm, T_{máx} 1000 °C
- Alimentador 100-240V conexión a red/recarga de batería en el analizador
- Filtros de repuesto (10 un.)
- Impresora IRDA
- Repuesto de papel térmico para impresora, leible hasta 10 años
- Maleta de aluminio

Modelo 0563 3317 70

Set recomendado: Set profesional para medición de emisiones

Durante las comprobaciones rápidas en emisiones, la velocidad se mide simultáneamente a los gases de combustión. De esta forma, por ejemplo, se puede comprobar la posición de una sonda fija de toma de muestras o se puede calcular el caudal másico de forma simultánea.

Ventajas:

- Ampliación del rango de medición para todos los sensores - éstos se protegen en caso de producirse altas concentraciones inesperadas de diversos gases y pueden continuar con la medición

Set recomendado: Set profesional para medición de emisiones

ver sets para pedido del analizador	0632 3350
Opción: sensor de CO	0440 3988
Opción: sensor de NO	0440 3935
Opción: dilución de todos los sensores	0440 3350
Opción: medición presión/velocidad	0440 3351
Sonda modular de los productos de la combustión, long. 335 mm, Ø 8 mm, T _{máx} 1000°C	0600 8764
Tubo de Pitot, acero inoxidable, 350 mm long, mide velocidad con temperatura, 3 x tubos (5 m long) y placa protección al calor	0635 2041
Alimentador/cargador 100-240 V, para conexión a red o recargar la batería en el analizador	0554 1086
Recambio de filtro de partículas (10 u.)	0554 3385
Manguera de conexión, silicona, 5 m de longitud, presión máx. 700 hPa (mbar)	0554 0440
Maleta de aluminio	0516 3350

ANEXO A2: INDURA Ficha Técnica del electrodo E6011


DESCRIPCIÓN	FICHA TÉCNICA	MANUAL Y CERTIFICACIONES	COMENTARIOS
Característica	Detalle		
Usos	Este electrodo es apto para ser utilizado en todas las aplicaciones de soldadura en acero dulce, especialmente en trabajos donde se requiera penetración.		
Aplicaciones	Cordón de raíz en cañerías. Cañerías de oleoductos. Reparaciones generales. Estructuras. Planchas galvanizadas.		
Seguridad	Debe seguirse el mismo procedimiento utilizado para soldar con un electrodo E-6010.		
Certificación	Canadian Welding Bureau American Bureau of Shipping Lloyd's Register of Shipping		
Sub Categoría	Corriente		
Largo	350 mm		

Análisis Típico del metal depositado (% en peso)							
C, %	Mn, %	Si, %	P, %	S, %	Cr, %	Ni, %	Mo, %
0,11	0,41	0,23	0,010	0,017	0,02	0,02	0,01

Propiedades Mecánicas Típicas del Metal Depositado				
Tratamiento Térmico	Esf. Fluencia en 0.2%, MPa	Esf. Máx. de Tracción, MPa	Elongación (L=4d), %	E. Absorbida Ch-v
S/T.T	424	495	27	34J a -30° C

Parámetros de Soldadura y Datos				
Diámetro, mm	2.4	3.2	4.0	4.8
Longitud, mm	300	350	350	350
Int.. de Corr., A	50 - 90	80 - 120	120 - 160	160 - 220
Nº elect/Kg	74	34	24	17


ANEXO A3: INDURA Ficha Técnica alambre sólido ER 70S-6



INDURA
Tecnología a su Servicio

INDURA 70S-6

Rev.01-010412



- Alambre sólido para proceso de soldadura con protección gaseosa.
- Certificado por CWB, ABS, LRS, GL, NKK.
- Revestimiento: cobrizado.

Clasificación:

ASME IIC SFA 5.18/AWS A5.18
ER 70S-6 / ER 48S-6

Características y Campos de usos:

- Alambre de acero al carbono de excelente soldabilidad y tolerancia a superficies oxidadas.
- Usado principalmente con gas CO2 y otras muestras comerciales como el Indurmig.
- Su contenido de Silicio y Manganeso le confieren excelentes propiedades desoxidantes, lo que asegura una soldadura libre de porosidades sobre una amplia gama de trabajos.
- Se recomienda para ser usado en aceros corrientes de baja aleación.
- Se utiliza en construcción recipientes a presión, soldadura de cañerías, estructuras, etc.

Análisis Típico del metal alambre (% en peso)

C	Mn	Si	P	S
0.08	1.44	0.86	0.012	0.014


Propiedades Mecánicas Típicas del Metal Depositado:

Gas	Esf. Fluencia en 0.2%, MPa	Esf. Máx. de Tracción, MPa	Elongación (L=4d), %	E. Absorbida Ch-v
100% CO2	415	530	31	103J a -30°C

Parámetros de Soldadura y Datos

	0.80	0.9	1.2	1.6
Diámetro, mm	0.80	0.9	1.2	1.6
Int. de Corr., A	60-160	90-230	130-340	290-400
Voltaje, Volts	14-26	15-27	17-30	26-36
Flujo CO2 , (lt/min)	7-12	8-12	12-14	14-16


Posición de Soldadura



CCEP

INDURA 70S-6

INDURA S.A. – Centro de Servicio al Cliente 600 600 3030 – www.indura.net



ANEXO A4: Factores de Emisión

TIPO DE MEDIDA	FACTOR EMISION F _E	FUENTE
ENERGÍA	F _E = 0,385 kgCO ₂ eq/kWh	I D A E 2008 (publicados enero 2010)
GAS OIL	F _E = 2,7857 kgCO ₂ eq/ l	Anexo 8 - Informe Inventario GEI 1990-2008 (edición 2010)
GAS NATURAL	F _E = 2,1582 kgCO ₂ eq/Nm ³	Anexo 8 - Informe Inventario GEI 1990-2008 (edición2010)
VEHICULOS CORPORATIVOS: USO DE BIOCOMBUSTIBLE	F _E = según modelo y marca Biocombustible 0 kgCO ₂ eq/ l	I D A E El biocombustibles utilizado se considera neutro en emisiones GEI
VEHICULOS CORPORATIVOS: SUSTITUCION POR HIBRIDOS O ELÉCTRICOS	F _E = según modelo y marca	I D A E Proyecto MOVELE
REDUCCION CONSUMO PAPEL COMUN	F _E = 3 kg CO ₂ eq/ kg papel común	reciclapapel.org
REDUCCION CONSUMO PAPEL RECICLADO	F _E = 1,8 kg CO ₂ eq/ kg papel reciclado	reciclapapel.org
SUSTITUCION PAPEL COMUN POR PAPEL RECICLADO	F _E = 1,2 kg CO ₂ eq/ kg papel común sustituido	reciclapapel.org

COMBUSTIBLE	FACTOR EMISION (kgCO ₂ eq/kWh) *	FACTOR DE CONVERSION **
GAS NATURAL	0,2016 kgCO ₂ eq/kWh (PCI) 0,1818 kg CO ₂ eq/kWh (PCS)	10,7056
GASOLEO C	0,2628 kgCO ₂ eq/kWh	10,6000
GPL GENÉRICO	0,2340 kgCO ₂ eq/kWh	12,6389
FUELÓLEO	0,2736 kgCO ₂ eq /kWh	11,1611
PROPANO	0,2290 kgCO ₂ eq/kWh	12,8333

* ANEXO 8 Informe Inventario GEI 1990-2008 (Edición 2010)

** PCI (ANEXO 8) DENSIDAD RD 61/2006

ANEXO A5: Resultado de mediciones de SMAW

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA								
CÁLCULO DE PORCENTAJE DE EMISIONES CON EL EQUIPO TESTO 335								
SOLDADURA SMAW								
DATOS	O2	CO	Tamb.	CO₂ %	EFF	ExAir	Tstack	COAF
#	%	ppm	C		%	%	%	ppm
1	20,93	3	18.8	0,0393	----	----	24,1	----
2	20,96	11	18.5	0,0225	----	----	60,4	----
3	20,99	3	19.3	0,00562	----	----	22,9	----
4	21,01	2	19.1	----	----	----	34,6	----
5	20,98	0	19.4	0,0112	----	----	24,6	----
6	21,02	0	19.4	----	----	----	22	----
7	21,01	0	19.3	----	----	----	50,4	----
8	20,97	7	19.1	0,01686	----	----	98,9	----
9	20,95	12	18.5	0,02810	----	----	96,2	----
10	20,95	16	18.6	0,02810	----	----	68,2	----
11	20,97	18	18.8	0,01686	----	----	92,9	----
12	21,01	0	18.3	----	----	----	33,1	----
13	21,01	0	18,2	----	----	----	34,5	----
14	21,01	0	18.5	----	----	----	19,6	----
15	21,03	1	18,2	----	----	----	66,8	----
16	21,02	11	18,2	----	----	----	95,3	----
17	21,03	0	18.7	----	----	----	22	----
18	21,03	0	18.8	----	----	----	42,1	----
19	21,02	2	18.9	----	----	----	52,2	----
20	21,03	3	19.0	----	----	----	66,3	----
21	21,04	4	18.9	----	----	----	57,9	----
22	21,02	2	18.9	----	----	----	52,2	----
23	21,03	3	19.0	----	----	----	66,3	----
24	21,01	6	18.1	----	----	----	69,4	----
25	21,02	0	17.8	----	----	----	16,2	----
26	21,02	1	17.9	----	----	----	33,9	----
27	21,03	1	18.2	----	----	----	66,8	----
28	21,01	7	18.2	----	----	----	76,1	----
29	21,01	11	18.2	----	----	----	95,3	----
30	21	6	18.2	----	----	----	100,9	----

ANEXO A6: Resultado de mediciones de GMAW

<p align="center">FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</p> <p align="center">CÁLCULO DE PORCENTAJE DE EMISIONES CON EL EQUIPO TESTO 335</p> <p align="center">SOLDADURA GMAW</p>								
DATOS	O2	CO	Tamb.	CO₂	EFF	ExAir	Tstack	COAF
#	%	ppm	C	%	%	%	%	ppm
1	21,03	6	21,9	----	----	----	----	----
2	21,06	2	21,8	----	----	----	----	----
3	20,91	5	20	----	----	----	----	----
4	20,97	55	21,8	----	----	----	----	----
5	21,05	2	21,1	----	----	----	----	----
6	21,06	1	21	----	----	----	----	----
7	19,1	912	19	0,96	64,8	877,9	89,6	10328
8	16,68	3004	19,4	2,15	66,2	332,8	163,6	14739
9	16,77	4504	19,1	1,98	61,3	335,4	180,1	22574
10	19,42	264	20,1	0,83	78,4	1088	48,3	4641
11	17	875	20	2,14	81	375,5	73,2	4641
12	16,9	1299	20,1	2,16	78,9	362,4	84,9	6720
13	16,27	1120	19,5	2,53	76	303,5	120,7	5014
14	17,89	2368	20,9	1,52	71,9	495,5	92,8	16212
15	17,65	1387	20,5	2,25	67,4	214,3	131,9	42892
16	17,9	665	20,3	1,65	78,9	510,4	72,1	4568
17	16,06	1657	20,6	2,6	78,9	285,3	98,3	7099
18	15,7	2221	18,4	2,76	77,7	258,6	107,6	8863
19	15,82	2663	18,5	2,66	74,9	265,3	125,4	10875
20	17,59	737	19,1	1,82	84,2	455,9	46,4	4595
21	17,45	3353	18	1,69	78,1	419,3	57,9	20070
22	17,3	2463	18,2	1,85	77,3	404,1	74,4	14137
23	17,2	2445	18,7	1,9	76,3	391,6	83,2	13659
24	17,65	298	19,7	1,82	82,1	468,6	62,5	1892
25	15,81	700	19,2	2,82	79,5	270,2	105,4	2853
26	14,28	1654	18,7	3,6	78,4	187,1	135,2	5195
27	14,2	1771	18,7	3,63	77,6	183,7	145,3	5497
28	14,56	2451	18,6	3,38	74,8	197,5	160,8	8036
29	14,6	2106	18,6	3,38	73,4	199,9	178,4	6948
30	13,65	1381	18,4	3,97	75,4	164	186,8	3963

ANEXO A7: Toma de datos en distintos puntos de la carrocería proceso SMAW





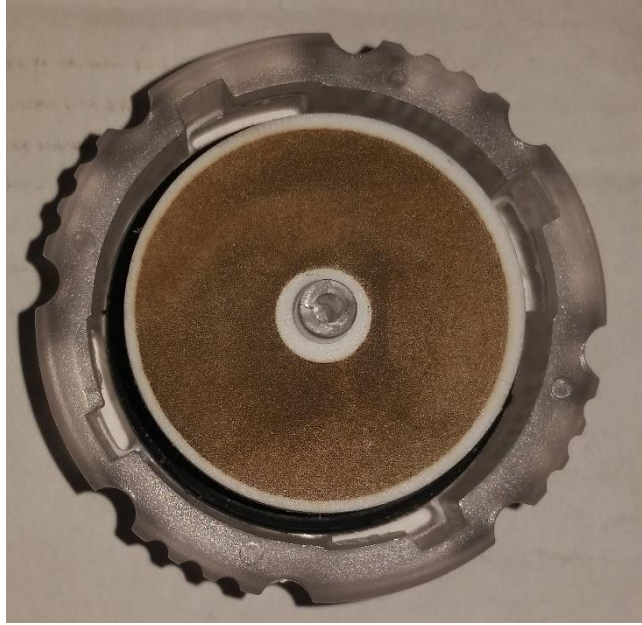
ANEXO A8: Toma de datos en distintos puntos de la carrocería proceso GMAW



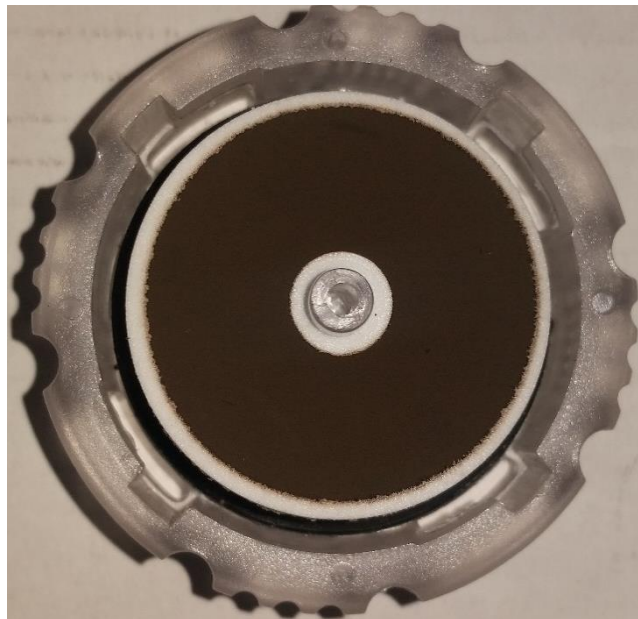


ANEXO A9: Filtro de la sonda SMAW y GMAW

Filtro de sonda luego de las mediciones realizadas en el proceso SMAW



Filtro de sonda luego de las mediciones realizadas en el proceso GMAW



ANEXO A10: Máquinas soldadoras

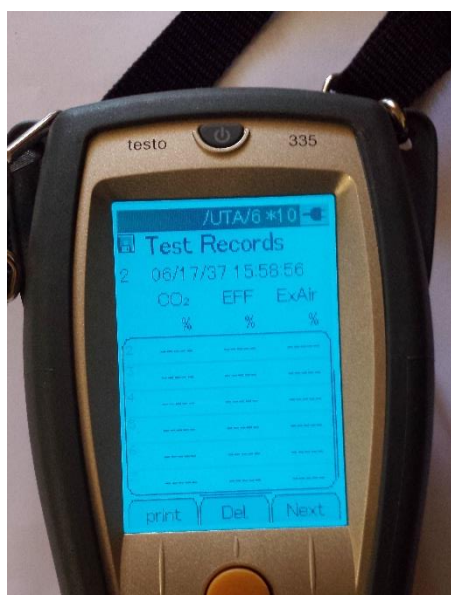
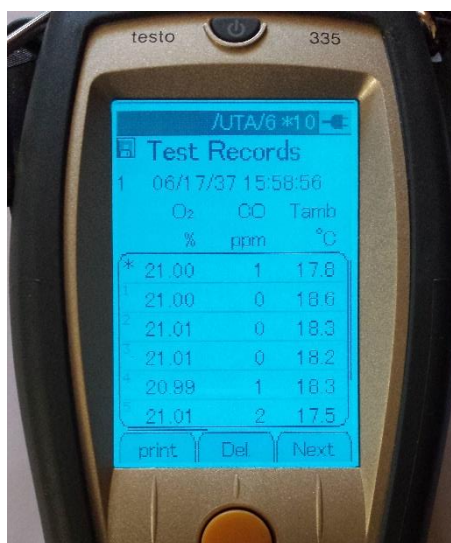
Soldadora SMAW



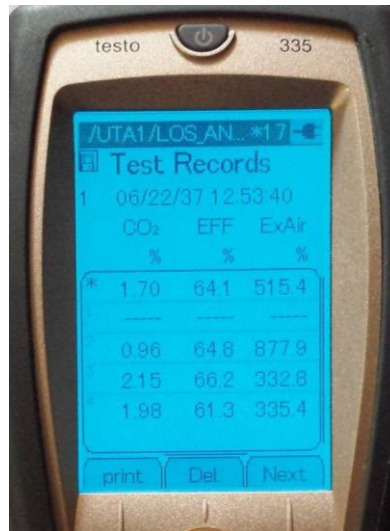
Soldadora GMAW



ANEXO A11: Mediciones del equipo proceso SMAW



ANEXO A12: Mediciones del equipo proceso GMAW



ANEXO A13: Hoja electrónica para el cálculo de las emisiones de CO₂ equivalente.



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE AMBATO



FACTOR DE EMISIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO

	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de emisión (Kg de CO ₂ eq/kWh)	Kg de CO ₂ eq	Kg de CO ₂ eq (Consumo Mensual)
ELECTRICIDAD	58.404,46	kWh	0,385	22485,72	1873,81

FACTORES DE EMISIÓN COMBUSTIBLES

Combustible	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de conversión	kWh	Factor de emisión estándar (Kg de CO ₂ eq/kWh _{combustible})	Kg de CO ₂ eq	Kg de CO ₂ eq (Consumo Mensual)
FUEL	1.338,28	lt	10,6	14185,768	0,2736	3881,23	323,44
Gas natural		Nm ³	10,7056	0	0,2016	0	0
Carbón de importación		Kg	7,0917	0	0,3564	0	0
Gas butano		Nº de bombonas o Kg	12,4389	0	0,2383	0	0
Gasóleo		Litros	10,6	0	0,2628	0	0
GLP Genérico		Kg(GLP)	12,6389	0	0,234	0	0
Carbón nacional		Kg(Carbono)	5,6972	0	0,4032	0	0

FACTOR DE EMISIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW

	Consumo mensual	Unidades de medida física	Factor de emisión (Kg de CO ₂ eq/kWh)	Kg de CO ₂ eq
E6011	2,5	kg	0,0024	0,01

FACTOR DE EMISIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA GMAW

	Consumo mensual	Unidades de medida física	Factor de emisión (Kg de CO ₂ eq/kWh)	Kg de CO ₂ eq
ER70S-6	20	kg	2,34	46,8

TOTAL

2244,05