



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD
MENCION AÉREA Y TERRESTRE**

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN: CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCION AÉREA Y
TERRESTRE**

**TEMA: DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN PARA EVALUAR
ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS Y SU APLICACIÓN EN EL APRENDIZAJE DE
LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN
DE RIESGOS LABORALES DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS
ARMADAS**

**AUTOR:
CAMINO ACOSTA, BRYAN GERMÁN
DIRECTOR: ING. OLOVACHA TOAPANTA, WILSON SANTIAGO**

LATACUNGA

2019



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD
MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE
CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, “DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN PARA EVALUAR ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS Y SU APLICACIÓN EN EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS” fue realizado por el señor **CAMINO ACOSTA, BRYAN GERMÁN**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Noviembre del 2019

.....
Ing. Wilson Santiago Olovacha Toapanta
C.C.: 1804302238
DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **CAMINO ACOSTA, BRYAN GERMÁN**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN PARA EVALUAR ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS Y SU APLICACIÓN EN EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciado las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, Noviembre del 2019

CAMINO ACOSTA BRYAN GERMÁN

C.C.: 0502389059



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE

AUTORIZACIÓN

Yo, **CAMINO ACOSTA, BRYAN GERMÁN**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicara la presente monografía: **“DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN PARA EVALUAR ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS Y SU APLICACIÓN EN EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, Noviembre del 2019

A handwritten signature in blue ink is centered on the page. The signature is stylized and appears to read 'CAMINO BRYAN'. Below the signature is a horizontal dotted line.

CAMINO ACOSTA BRYAN GERMAN

C.C.: 0502389059

DEDICATORIA

A Dios, por permitir que llegue este momento tan especial en mi vida, por aquellos triunfos y los momentos difíciles que me enseñaron a valorar cada día más a mis padres y hermanos, gracias por haber sido mi apoyo y pilar fundamental a lo largo de toda mi carrera universitaria, para culminar este sueño anhelado, de igual manera aquella persona especial que me acompañó en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano...

BRYAN CAMINO

AGRADECIMIENTO

Un profundo agradecimiento y eterna gratitud a los docentes de la ESPE y de manera particular de la Unidad de Gestión de Tecnologías, por el apoyo, dedicación y motivación para lograr culminar este sueño anhelado...

BRYAN CAMINO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1.	Planteamiento del problema	1
1.2.	Justificación.....	2
1.3.	Objetivos	3
1.3.1.	Objetivo General	3
1.3.2.	Objetivos Específicos	3
1.4.	Alcance.....	3

CAPÍTULO II

MARCO LEGAL

2.1.	Normativa Legal.....	5
2.1.2	Constitución de la República del Ecuador	5
2.1.3.	Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo	5
2.1.4.	Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo	5

2.1.5.	Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo	6
a)	Artículo 55 literal 6 del Decreto Ejecutivo 2393.	6
2.1.6.	Directiva Seveso III.....	6
2.2.	Marco Conceptual	6
2.2.1.	Definiciones Generales.....	6
2.2.3.	Atmosfera de gas explosiva.....	7
2.2.4.	Aparatos.....	7
2.2.5.	Área de descarga de la explosión	7
2.2.6.	Área que no presenta riesgo	7
2.2.7.	Atmósferas de gas explosivas.....	7
2.2.8.	Atmósfera de polvo explosivo.....	7
2.2.9.	Atmósfera explosiva peligrosa	8
2.2.10.	Atmósferas potencialmente explosivas	8
2.2.11.	Chispa iniciadora.....	8
2.2.12.	Deflagración	8
2.2.13.	Descarga de la explosión	8
2.2.14.	Detonación.....	8
2.2.15.	Empresario.....	8
2.2.16.	Energía mínima de ignición (EMI)	9
2.2.17.	Equipó de trabajo.....	9
2.2.18.	Explosión.....	9
2.2.19.	Fuente de ignición	9
2.2.20.	Mezcla explosiva.....	9
2.2.21.	Niebla	9
2.2.22.	Polvo.....	9
2.2.23.	Polvo combustible	10
2.2.24.	Punto de ignición.....	10
2.2.25.	Rango de explosividad	10

2.2.26.	Sistemas de protección	10
2.2.27.	Sistemas protectores frente a explosiones	10
2.2.28.	Sustancias que forman atmósferas explosivas.....	10
2.2.29.	Sustancia inflamable.....	10
2.2.30.	Temperatura de ignición.....	10
2.2.31.	Trabajador	11
2.3.	Marco Teórico	11
2.3.1.	Atmosfera Explosiva	11
2.4.	Tipos de atmosferas explosivas ATEX	11
2.5.	ATEX con presencia de gases, vapores o nieblas	11
2.5.1.	Atmosfera de gas explosivo	11
2.5.2.	Parámetros básicos de ATEX con presencia de gases, vapores o nieblas inflamables, que influye en el riesgo de explosión:	12
2.5.3.	Límites de explosividad.....	12
2.5.4.	Límite Inferior de Explosividad (LIE)	12
2.5.5.	Limite Superior de Explosividad (LSE).....	12
2.5.6.	Temperatura de inflamación.....	12
2.5.7.	Temperatura de ignición o de auto ignición	12
2.5.8.	Temperatura máxima superficial	12
2.5.9.	Energía mínima de inflamación	13
2.6.	ATEX con presencia de polvos combustibles	13
2.6.1	Parámetros básicos de ATEX con presencia de polvos combustibles que influye en el riesgo de explosión:	13
2.6.2.	Concentración mínima de explosión	13
2.6.3.	Temperatura mínima de ignición a nube (TIN).....	13
2.6.4.	Temperatura mínima de ignición en capa (TIC)	13
2.6.5.	Energía mínima de ignición (EMI)	14
2.6.6.	Presión máxima de explosión.....	14
2.7.	Origen de una explosión.....	14

2.8.	Equipos o Aparatos de Medicion de Atmosferas Explosivas.....	14
2.9.	Tipos de equipos de medición de atmosferas explosivas	15
2.10.	MEDIDORES DE ATMOSFERAS EXPLOSIVAS PORTATILES:	15
2.10.1.	PCE-LD 1	15
2.10.2.	GD 383	16
2.10.3.	PCE-RCM 12	17
2.10.4.	PCE-RCM 15	18
2.10.5.	PCE-VOC1	19
2.10.6.	OXYBABY®	20
2.10.7.	HFX205	21
2.10.8.	GS 400.....	22
2.10.9.	SERIE AQ	23
2.11.	MEDIDORES DE ATMOSFERAS EXPLOSIVAS PARA EL CONTROL DEL AIRE.....	24
2.11.1.	CO2-PCE-AC 2000.....	24
2.11.2.	CDL 210.....	25
2.11.3.	AIRCONTROL OBSERVER	26
2.11.4.	SOUND AIR®	26
2.11.5.	IAQ7515 & IAQ7525.....	27
2.11.6.	PCE-7755	28
2.12.	MEDIDORES DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS DE COMBUSTIÓN.....	29
2.12.1.	KIGAZ 100 - 150	29
2.13.	MEDIDORES DE ATMOSFERAS EXPLOSIVAS DE INSTALACIÓN FIJA	30
2.13.1.	AQ 940S	30
2.13.2.	MONITOR COV SM70.....	31
2.13.3.	PANELES CONTROL GASFLAG	32
2.13.4.	CO2 RLA 100	33
2.13.5.	MF – 420IR	34
2.13.6.	XGARD – TX GARD – FLAMGARD.....	34

2.14.	MEDIDORES DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS PARA LA PROTECCIÓN DE PERSONAS	35
2.14.1.	CROWCON CLIP SGD	35
2.14.2.	MULTIGAS T4	36
2.14.3.	GASMAN N.....	37
2.14.4.	TETRA MINI.....	38

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1.	Reseña Histórica.....	41
3.1.1.	Universidad de las Fuerzas Armadas	41
3.1.2.	ESPE sede Latacunga.....	42
3.1.4	Misión Organizacional	43
3.1.5.	Visión Organizacional	43
3.2.	Situación Actual	44
3.3.	Equipo de Medición a Implementarse.....	44
3.3.1.	VENTIS MX4	44
3.3.2.	Introducción.....	44
3.3.3.	Características	44
3.3.4.	Especificaciones Técnicas	45
3.4.	Capacidades del Ventis MX4.....	46
3.5.	Descripción del detector	47
3.5.1.	Características y funciones del hardware	47
3.6.	Pantalla	48
3.7.	Alarmas	52
3.8.	Preparación del monitor	57
3.9.	Baterías.....	57
3.10.	Carga de Batería	57
3.10.1.	Colocación del inserto del cargador	57
3.10.2.	Encendido y apagado.....	58

3.11.	Configuración.....	61
3.11.1.	Instrucciones.....	61
3.11.2.	Proceso de configuración	62
3.12.	Uso y mantenimiento del monitor	75
3.13.	Procedimientos	75
3.14.	Información general	75
3.15.	Instrucciones de Calibración	76
3.15.1.	Suministros de calibración	78
3.15.2.	Preparación del cilindro de gas	79
3.15.3.	Proceso de puesta a cero y calibración rápida	80
3.16.	Proceso de prueba de exposición.....	84
3.17.	Muestreo remoto.....	87
3.17.1.	Guías para usar una bomba motorizada y una línea de muestreo	87
3.17.2.	Tiempo de muestreo mínimo para longitud de líneas de muestreo comunes.....	88
3.18.	Limpieza.....	88
3.19.	Mantenimiento.....	88
3.19.1.	Avisos	89
3.20.	Configuración de la batería alcalina	89
3.21.	Monitor de aspiración.....	90
3.22.	Bomba con instalación de la batería.....	90
3.23.	Colocación de la puerta de la bomba.....	92
3.24.	Colocación de la tapa de la bomba y barrera de agua	93
3.25.	Monitor de difusión	93
3.26.	Presilla	95
3.27.	Reemplazo de la presilla.....	95
3.28.	Reemplazo del sensor, de la barrera de agua del sensor, de la pantalla LCD y del monitor vibratorio.....	96
3.28.1.	Desarmado del monitor	96
3.28.2.	Reemplazo de la pantalla LCD.....	97

3.28.3.	Reemplazo de sensores.....	97
3.28.4.	Rearmado del tablero de circuitos	98
3.28.5.	Reemplazo del monitor vibratorio.....	98
3.28.6.	Rearmado del monitor	98
3.29.	Diagrama tridimensional del monitor Ventis MX4.....	100
3.29.1.	.Piezas para el diagrama tridimensional del monitor Ventis MX4.....	101
3.30.	Diagrama tridimensional de módulo de bomba del Ventis MX4.....	102
3.31.	Piezas para el diagrama tridimensional del módulo de bomba del Ventis MX4	103
3.32.	Productos, especificaciones y certificaciones	103
3.32.1.	Piezas y accesorios del Ventis MX4	103
3.32.2.	Especificaciones del monitor.....	104
3.32.3.	Especificaciones de la batería.....	104
3.32.4.	Condiciones de operación	105
3.32.5.	Operación a bajas temperaturas.....	105
3.32.6.	Condiciones de almacenamiento	106
3.32.7.	Especificaciones de los sensores	106
3.32.8.	LEL y factores de correlación de LEL para gases combustibles	108
3.33.	Certificaciones.....	109
3.33.1.	Certificaciones de áreas peligrosas 1.....	109
3.34.	Certificaciones de áreas peligrosas 2.....	110
3.35.	Mediciones con el equipo Ventis MX4.....	111
3.36.	Medición SANLIC S.A	111
3.36.1.	Descripción del área de la empresa	111
3.36.2.	Descripción de procesos del área	111
3.36.3.	Mediciones	111
3.37.	Medición estación de petróleos y servicios FENIX 1	112
3.38.	Medición estación de petróleos servicios FENIX 2	113
3.39.	Medidas de control por puestos de trabajo.....	114
3.40.	Tabla de (LEL) Límite inferior de explosión	116

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones 117

4.2. Recomendaciones 117

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 117

ANEXOS.....124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medidor PCE-LD1.....	16
Figura 2. Medidor GD 383 Fuente: (S/A, PCE Instruments en Web, 2014).	17
Figura 3. Medidor PCE-RCM 12.....	18
Figura 4. Medidor PCE-RCM15	19
Figura 5. Medidor PCE-VOC1	20
Figura 6. Medidor OXIBABY®	21
Figura 7. Medidor HFX205.....	22
Figura 8. Medidor GS-400	23
Figura 9. Medidor SERIE AQ.....	24
Figura 10. Medidor CO2-PCE-AC 2000	25
Figura 11. Medidor CDL 210.....	25
Figura 12. Medidor AIRCONTROL OBSERVER.....	26
Figura 13. Medidor Sound Air®	27
Figura 14. Medidor IAQ7515 & IAQ7525	28
Figura 15. Medidor PCE-7755.....	29
Figura 16. Medidor KIGAZ 100 – 150	30
Figura 17. Medidor AQ 940S.....	31
Figura 18. Medidor COV - SM70.....	32
Figura 19. Medidor CONTROL GASFLAG	33
Figura 20. Medidor CO2 RLA 100	34
Figura 21. Medidor MF - 420IR	34

Figura 22. Medidor XGARD – TX GARD – FLAMGARD	35
Figura 23. Medidor CROWCON CLIP SGD	36
Figura 24. Medidor MULTIGAS T4	37
Figura 25. Medidor GASMAN N	38
Figura 26. Medidor TETRA MINI.....	39
Figura 27. Medidor GAS-PRO	40
Figura 28. Partes del Medidor.....	47
Figura 29. Pantalla	49
Figura 30. Compatibilidad de las Baterías	57
Figura 31. Carga de la Batería.....	58
Figura 32. Suministros de Calibración.....	78
Figura 33. Tiempo de Muestreo mínimo para longitud de líneas de muestreo comunes.....	88
Figura 34. Configuración Batería Alcalina	90
Figura 35. Diagrama Tridimensional del monitor Ventis MX4.....	100
Figura 36. Piezas diagrama tridimensional del monitor Ventis MX4.....	101
Figura 37. Diagrama tridimensional de módulo de bomba del Ventis MX4.	102
Figura 38. Piezas diagrama tridimensional módulo de bomba del Ventis MX4.	103
Figura 39. Especificaciones de la batería.....	105
Figura 40. Especificaciones de los sensores.	106
Figura 41. Sensibilidad de los sensores de gas tóxico	107
Figura 42. Certificaciones de áreas peligrosas 1	110
Figura 43. Certificaciones de áreas peligrosas 2.....	111
Figura 44. Medición SANLIC S.A	112

Figura 45. Medición FENIX 1 113

Figura 46. Medición FENIX 2 114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Especificaciones Técnicas</i>	45
Tabla 2 <i>Capacidades del Ventis MX4</i>	46
Tabla 3 <i>Partes del Medidor</i>	47
Tabla 4 <i>Iconos Fila Superior</i>	49
Tabla 5 <i>Valores Alfanuméricos de Pantalla</i>	50
Tabla 6 <i>Iconos de la Fila Interior</i>	51
Tabla 7 <i>Tipos de Alarmas en Pantalla</i>	52
Tabla 8 <i>Pantalla y Opciones</i>	59
Tabla 9 <i>Proceso de Configuración</i>	62
Tabla 10 <i>Proceso Puesta a Cero y Calibración</i>	80
Tabla 11 <i>Proceso de Prueba de Exposición</i>	84
Tabla 12 <i>Instalación de la Batería</i>	90
Tabla 13 <i>Colocación de la Puerta de la Bomba.</i>	92
Tabla 14 <i>Tapa de la bomba y barrera de agua.</i>	93
Tabla 15 <i>Instalación Batería.</i>	94
Tabla 16 <i>Reemplazo de la presilla.</i>	95
Tabla 17 <i>Desarmado del monitor</i>	96
Tabla 18 <i>Reemplazo de la pantalla LCD.</i>	97
Tabla 19 <i>Reemplazo de sensores</i>	97
Tabla 20 <i>Rearmado del tablero de circuitos.</i>	98
Tabla 21 <i>Reemplazo del monitor vibratorio.</i>	98

Tabla 22 <i>Rearmado del monitor</i>	98
Tabla 23 <i>Piezas y accesorios del Ventis MX4</i>	103
Tabla 24 <i>Especificaciones del monitor</i>	104
Tabla 25 <i>Condiciones de operación</i>	105
Tabla 26 <i>Condiciones de Almacenamiento</i>	106
Tabla 27 <i>Factores de correlación LEL</i>	108
Tabla 28 <i>Medición SANLIC S.A</i>	112
Tabla 29 <i>Medición FENIX 1</i>	113
Tabla 30 <i>Medición FENIX 2</i>	114
Tabla 31 <i>Limite de exposición LEL</i>	116

RESUMEN

El trabajo investigativo titulado “Descripción de equipos de medición para evaluar atmósferas explosivas y su aplicación en el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de seguridad y prevención de riesgos laborales de la universidad de las fuerzas armadas” genera un aporte para mitigar riesgos en atmosferas explosivas, polvos combustibles y accidentes de trabajo, al no existir un aparato de medición en el laboratorio de la carrera de Ciencias de la Seguridad, los estudiantes no pueden realizar prácticas, en una de las asignaturas más importantes de la carrera que es riesgos no se puede evaluar atmosferas explosivas o gases como (Oxígeno O_2 – Monóxido de Carbono CO – Dióxido de Azufre SO_2 – Ácido sulfhídrico H_2S), gracias a las funciones del equipo de medición los estudiantes podrán detectar riesgos laborales por exposición a atmosferas explosivas en las empresas. De esta manera se diagnosticara el riesgo del lugar del trabajo, así como poder manipular correctamente el equipo de medición, este proyecto consiste en la implementación del aparato de medición de gases, a través del cual se podrá elaborar las prácticas de laboratorio con los estudiantes. De acuerdo a lo anteriormente señalado, se implementara el equipo de medición de gases, la atmosfera explosiva es una composición de elementos inflamables, aire, polvos, nieblas, gases y vapores que se encuentran presentes al interior de espacios confinados de igual manera e industrias como agropecuarias, laboratorios farmacéuticos, harineras, maderera, grafica, petroquímica que sin las medidas de prevención pueden llegar a producir una explosión.

PALABRAS CLAVE:

- **SEGURIDAD INDUSTRIAL**
- **RIESGOS LABORALES**
- **ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS**

ABSTRACT

The research work entitled "Description of measuring equipment to assess explosive atmospheres and their application in the learning of students in the career of safety and prevention of occupational hazards of the University of the Armed Forces" generates a contribution to mitigate risks in explosive atmospheres , combustible dusts and accidents at work, since there is no measuring device in the laboratory of the Safety Sciences career, students cannot do internships, in one of the most important subjects of the career that is risks you can not evaluate explosive atmospheres or gases such as (O₂ Oxygen - Carbon Monoxide CO - Sulfur Dioxide SO₂ - Hydrogen Sulfide H₂S), thanks to the functions of the measuring equipment students will be able to detect occupational hazards due to exposure to explosive atmospheres in companies. In this way the risk of the workplace will be diagnosed, as well as being able to correctly manipulate the measuring equipment, this project consists in the implementation of the gas measuring device, through which laboratory practices can be developed with the students. According to the aforementioned, the gas measurement equipment will be implemented, the explosive atmosphere is a composition of flammable elements, air, dusts, mists, gases and vapors that are present inside confined spaces in the same way and industries such as agricultural, pharmaceutical, flour, timber, graphic, petrochemical laboratories that without the prevention measures can produce an explosion.

KEYWORDS:

- **INDUSTRIAL SECURITY**
- **OCCUPATION HAZARDS**
- **EXPLOSIVE ATMOSPHERES**

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

En Ecuador, en el año 2018 se publica un manual de prevención ante la presencia de atmosferas explosivas ATEX, la cual consiste en efectuar un análisis técnico legal mediante una normativa internacional para identificar la presencia de atmosferas explosivas ATEX (Moreira, 2018).

Como resultado no existen estudios, normativas que regulen, la mitigación de impactos producidos por ATEX en la industria al realizarse una explosión, motivo por el cual es necesario aportar proyectos al área de prevención de riesgos sobre atmosferas explosivas (Moreira, 2018).

En el año 2015, en Ecuador se publica un trabajo de investigación que trata sobre riesgos físicos de niveles de exposición atmosferas explosivas, esta publicación realiza un análisis para determinar exposición a atmosferas explosivas (Cárdenas, 2015).

En la investigación de Cárdenas el 100% de los trabajadores carecen de conocimientos para prevenir explosiones por atmosferas explosivas, como resultado se evaluará el área laboral, así existirá un almacenamiento correcto de sustancias químicas, esto evitará futuras explosiones por ATEX (Cárdenas, 2015).

En Colombia Distrito Cartagena, en el año 2013, se publica una investigación referida a riesgos de explosión por atmosferas explosivas en la fabricación de submarinos, esta fundamenta que se analizará las medidas de prevención y protección frente a riesgos ATEX, (Garcia, 2013).

El objetivo de dicha investigación, es reunir posibles factores causantes de ocurrir accidentes por explosión de atmosferas explosivas, en la fabricación y reparación de submarinos, de esta manera tener aquellos factores controlados y así tomar medidas de seguridad eficaces (Garcia, 2013). De esta manera ayudará a concientizar y a tener noción sobre las medidas para la prevención de riesgos laborales en los respectivos lugares de trabajo al momento de realizar las actividades, y así evitar accidentes en el entorno laboral (Garcia, 2013).

1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial, existen estudios que reconocen como un riesgo latente a las atmósferas explosivas ATEX, y son la causa principal de daños a las industrias y trabajadores.

En el continente Europeo, país de Portugal el Técnico Superior de Prevención de Riesgos Laborales Josué Fernández manifiesta en su artículo/entrevista sobre trabajos en el interior de un silo, espacios confinados y atmosferas explosivas que 2 trabajadores perdieron su vida por causa de asfixia en su lugar de trabajo, realizaban la limpieza de un silo de harina, motivo por el cual su defunción fue por bajos niveles de oxígeno en el interior del silo, por ende es necesario en cualquier tipo de industria realizar la evaluación de los puestos de trabajo, para no tener pérdidas de vidas humanas (Granados, 2016).

En Centroamérica, México el Ingeniero químico Jaime Castillo especializado en atmosferas explosivas presenta su artículo Explosión en la planta petroquímica de Pajarillos en Veracruz un caso de explosión por una atmosfera explosiva y menciona que esto ocurre siempre por falta de prevención, y que esto puso en riesgo a toda una población de trabajadores que resultaron con heridas, existió muertes y se quedaron sin trabajar un año (Pasillas, 2016).

En la Universidad de las Fuerzas Armadas sede Latacunga, al no existir este aparato de medición en el laboratorio de la Carrera de Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales, los estudiantes no pueden realizar sus prácticas de laboratorio. En la asignatura de riesgos los practicantes no pueden realizar el diagnóstico de la medición de gases como: explosivos, O^2 , CO o SO^2 y H^2S o NO^2 . De acuerdo a las funciones de este aparato de medición los estudiantes en las empresas podrían detectar los riesgos laborales por exposición a atmosferas explosivas (S/A, DEGSO, 2014).

1.2. Justificación

Este proyecto consiste en la implementación del aparato de medición de gases, a través del cual se podrá elaborar prácticas de laboratorio con los estudiantes.

La presente descripción de riesgos laborales por exposición a atmosferas explosivas y su aplicación en el aprendizaje de la comunidad estudiantil de la Carrera de Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales de la Universidad de las Fuerzas Armadas ayudará aplicar el equipo multigas detector de gases, en la evaluación del ambiente de trabajo por espacios confinados.

De este modo, ayudar a determinar los resultados de pruebas de medición de gases y sus posibles efectos en el organismo humano, y lo más importante en implementar el equipo de medición para el desarrollo de prácticas con los aprendices de la Universidad de las Fuerzas Armadas.

El medidor de atmósferas explosivas será de gran utilidad para la comunidad estudiantil, por medio de este equipo de medición, tendrán la oportunidad de aprender el correcto uso, para transmitirlo en las empresas a las que vayan a realizar prácticas profesionales, y también servirá a las industrias de la provincia y del resto del país para evaluar puestos críticos de trabajo, en nuestro país no hay mucho conocimiento sobre atmosferas explosivas, esto abrirá campos laborales al momento de culminar su carrera universitaria, y de paso poder especializarse en dicha materia.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Describir equipos de medición para evaluar atmosferas explosivas y su aplicación en el aprendizaje de los estudiantes de la Carrera de Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales de la Universidad de las Fuerzas Armadas.

1.3.2. Objetivos Específicos

Usar el equipo multigas Ventis XM4, en la evaluación del ambiente de trabajo por espacios confinados mediante las prácticas de laboratorio. Establecer los resultados de pruebas de medición de gases y sus posibles efectos en el organismo humano.

Implementar el equipo multigas detector de gases Ventis MX4 para el desarrollo de prácticas con los estudiantes de la Carrera de Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales.

1.4. Alcance

Como resultado de este proyecto, se podrán realizar las prácticas de laboratorio, para la evaluación del ambiente de trabajo en espacios confinados, mediante uso adecuado del equipo de medición Multigas Ventis MX4 y así evitar en un futuro posibles explosiones provocadas por atmosferas explosivas ATEX.

Se espera tener resultados de las mediciones de ATEX y sus posibles efectos en el organismo humano, al momento de realizar pruebas en las industrias, para esto, es importante la

implementación del equipo o aparato de medición de atmósferas explosivas para obtener los ansiados resultados.

La presente implementación del equipo de medición beneficiará a la institución de educación superior y a los aprendices de la carrera de Ciencias de la Seguridad Aérea y Terrestre de la Unidad de Gestión de Tecnologías para lograr el eficiente desempeño académico, conocimiento de toda la comunidad educativa, puesto que servirá de ayuda para ejecutar prácticas de laboratorio y análisis de riesgos laborales por exposición a atmosferas explosivas.

CAPÍTULO II

MARCO LEGAL

2.1. Normativa Legal

Para el desarrollo de la implementación del equipo de medición se tomará en cuenta diferentes leyes, reglamentos, normativas vigentes para seguridad e higiene industrial en el Ecuador.

2.1.2 Constitución de la República del Ecuador

Son las leyes por las que se rige el orden de un estado, en donde se indican los derechos y obligaciones de la ciudadanía. La nueva constitución del Ecuador entro en vigor el día 20 de Octubre del 2008. En el capítulo sexto; Trabajo y producción: Sección Tercera; Formas de retribución indica los derechos de las personas cuando realizan un trabajo, así como también cuando sufren un accidente (Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador, 2008, pág. 152).

2.1.3. Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo

Con el fin de mejorar las condiciones de trabajo de los países de la Comunidad Andina, en la Resolución 957, artículo 5, se menciona que se debe proponer una metodología para evaluación de los factores de riesgo que se encuentra en la empresa, así como también, se deben observar los factores ambientales y las buenas prácticas de trabajo (Comunidad Andina, 2005, pág. 2).

2.1.4. Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo

La resolución del IESS 513, en su artículo 54, indica que se utilizarán estándares y procedimientos de los convenios internacionales y normas técnicas nacionales, para realizar la evaluación de los riesgos laborales, (IESS, 2016). En el artículo 55 indica que la acción técnica debe incluir lo siguiente: identificación, medición, evaluación, control, vigilancia, evaluaciones periódicas (IESS, 2016, pág. 14).

2.1.5. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo

El Decreto Ejecutivo 2393 tiene como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos en todo desempeño laboral, así como también la mejora del medio ambiente laboral (Decreto Ejecutivo 2393, 1986, pág. 1).

a) Artículo 55 literal 6 del Decreto Ejecutivo 2393.

El Decreto Ejecutivo 2393 menciona lo siguiente acerca de la prevención de riesgos en las actividades industriales:

En los proceso industriales donde exista o se libere contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transición y solo cuando resultaren técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizará los medios de protección personal o la exposición limitada a los efectos del contaminante (Decreto Ejecutivo 2393, 1986, págs. 25-26).

2.1.6. Directiva Seveso III

Considerado el cumplimiento legal se argumenta que la implementación del equipo de medición para de atmosferas explosivas, se aplicará la Normativa Seveso III, dicha normativa trata del control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervenga sustancias peligrosas, (SEVESO III, 2015).

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Definiciones Generales

En este trabajo de titulación se encuentran acogidos los conceptos básicos relativos a la protección contra explosiones, para la comprensión evidente del trabajo ya mencionado. Las definiciones de los términos citados a continuación se han extraído, de las definiciones legales de las directivas europeas y normativas vigentes, así como de la bibliografía existente en la materia.

2.2.3. Atmosfera de gas explosiva

Es la mezcla de sustancias inflamables en estado de gas o vapor con el aire, en condiciones atmosféricas, en la que, en caso de ignición, la combustión se propaga a toda la mezcla no quemada (Insst.es, 2019)

2.2.4. Aparatos

Aparatos, materiales, dispositivos fijos o móviles, órganos de control o medición, sistemas de detección y prevención que, solos o combinados, se predestinan a la producción, transporte, almacenamiento, medición y transformación de materiales y que, por las fuentes potenciales de ignición que los caracteriza, pueden desencadenar una explosión (Insst.es, 2019)

2.2.5. Área de descarga de la explosión

Aérea donde se forman atmósferas explosivas en cantidades, que resulta necesaria la adopción de precauciones especiales para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores afectados (Insst.es, 2019)

2.2.6. Área que no presenta riesgo

Lugar de trabajo donde no cabe esperar la formación de atmósferas explosivas (Cepyme, 2016, pág. 22).

2.2.7. Atmósferas de gas explosivas

Es la mezcla de sustancias inflamables en estado de gas o vapor con aire, de esta manera en estas condiciones se propaga la mezcla no quemada, (Cepyme, 2016, pág. 22).

2.2.8. Atmósfera de polvo explosivo

Mezcla de aire, en condiciones atmosféricas, con sustancias inflamables de polvo y fibras, en caso de ignición, la combustión se propaga al resto de la mezcla no quemada (Cepyme, 2016, pág. 23)

2.2.9. Atmósfera explosiva peligrosa

Atmósferas explosivas que suponen un peligro para la salud y la seguridad de los trabajadores (Cepyme, 2016, pág. 23).

2.2.10. Atmósferas potencialmente explosivas

Esta Atmósfera puede convertirse en explosiva debido a situaciones locales y de funcionamiento (Insst.es, 2019).

2.2.11. Chispa iniciadora

Chispa (mecánica, eléctrica o electroestática) que actúa como un origen de ignición para dar comienzo a la inflamación de una atmósfera explosiva (Cepyme, 2016, pág. 23)

2.2.12. Deflagración

Estallido que se propaga a velocidad subsónica (Cepyme, 2016, pág. 24).

2.2.13. Descarga de la explosión

Medida de protección que restringe la presión de explosión mediante evacuación de las mezclas no quemadas y de los productos de combustión abriendo aberturas predeterminadas (Cepyme, 2016, pág. 24).

2.2.14. Detonación

Estallido a una velocidad supersónica que se propaga y que se caracteriza por una onda de choque (Cepyme, 2016, pág. 25).

2.2.15. Empresario

Persona física o jurídica que sea titular de la relación laboral y tenga la responsabilidad de la empresa y/o establecimiento (Cepyme, 2016, pág. 25).

2.2.16. Energía mínima de ignición (EMI)

Energía eléctrica débil acumulada en un condensador, esta al descargarse produce la explosión de la atmósfera más fácilmente inflamable (Cepyme, 2016, pág. 25).

2.2.17. Equipó de trabajo

Cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizada en el trabajo (Cepyme, 2016, pág. 25).

2.2.18. Explosión

Reacción brusca de descomposición, esta produce el incremento de presión o temperatura (Cepyme, 2016, pág. 26).

2.2.19. Fuente de ignición

Es una fuente de combustión que transmite una mezcla explosiva de igual manera una cantidad explícita de energía capaz de propagar la ignición en dicha mezcla, (Cepyme, 2016, pág. 26).

2.2.20. Mezcla explosiva

Es la mezcla de un material combustible en conclusión dispersado en la fase gaseosa con un oxidante gaseoso en la que, tras su ignición, puede propagarse una explosión, (Cepyme, 2016, pág. 28).

2.2.21. Niebla

Suspensión (nube) de pequeñas gotas en el aire, (Cepyme, 2016, pág. 29).

2.2.22. Polvo

Son partículas sólidas en la atmósfera que pueden durar suspendidas en el aire durante un cierto tiempo (Cepyme, 2016, pág. 29)

2.2.23. Polvo combustible

Polvo combustible o inflamable mezclado con aire, (Cepyme, 2016, pág. 29)

2.2.24. Punto de ignición

Temperatura ociosa en condiciones de ensayo específicas, la cual un líquido emite suficiente gas combustible para enardecer momentáneamente (Cepyme, 2016, págs. 28-29).

2.2.25. Rango de explosividad

Concentración de sustancias inflamables en el aire, donde producir una explosión (Cepyme, 2016, pág. 30).

2.2.26. Sistemas de protección

Aparatos cuyo oficio es detener inmediatamente las explosiones (Cepyme, 2016, pág. 31).

2.2.27. Sistemas protectores frente a explosiones

Este detecta de forma automática la explosión, después de eso comienza su labor el sistema de supresión este sistema suprime los efectos destructivos de la explosión (Cepyme, 2016, pág. 31).

2.2.28. Sustancias que forman atmósferas explosivas

Son las sustancias que al realizar el análisis respectivo de sus propiedades demuestran que, al ser mezcladas con el aire, no producen una explosión por si solas

2.2.29. Sustancia inflamable

Se las puede encontrar en forma de gas, vapor, líquido, solido, estas sustancias son capaces de sufrir una reacción exotérmica (Cepyme, 2016, pág. 32).

2.2.30. Temperatura de ignición

Es la temperatura más baja de una superficie caliente, a la que se puede producir la ignición de una sustancia combustible en forma de mezcla de gas, vapor o polvo con aire (Prevencion.umh.es, 2019)

2.2.31. Trabajador

Aquella persona contratada por un empresario (Cepyme, 2016, pág. 33).

2.3. Marco Teórico

Estado actual del conocimiento del tema

2.3.1. Atmosfera Explosiva

El libro equipos e instalaciones en atmósferas explosivas manifiesta que, atmósfera explosiva es una mezcla con aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos (Insst.es, 2019).

2.4. Tipos de atmósferas explosivas ATEX

En el documento titulado, Diseño de Instalaciones en Atmósferas Explosivas de Hermenegildo Galbarro, manifiesta que, existen dos tipos de atmósferas explosivas que son las siguientes:

- ATEX con presencia de gases, vapores o nieblas.
- ATEX con presencia de polvos combustibles.

2.5. ATEX con presencia de gases, vapores o nieblas

2.5.1. Atmosfera de gas explosivo

Es una mezcla de una sustancia inflamable en estado de gas o vapor con el aire, e condiciones atmosféricas, en la que, en caso de ignición, la combustión se propaga a toda la mezcla no quemada (Galbarro, 2019).

2.5.2. Parámetros básicos de ATEX con presencia de gases, vapores o nieblas inflamables, que influye en el riesgo de explosión:

2.5.3. Límites de explosividad

Se formara una atmosfera explosiva, la concentración de gases, vapores o nieblas inflamables en aire debe de estar dentro de un determinado rango, delimitado por los Límites inferiores (LIE) y superiores de explosividad (LSE) (Prevencion.umh.es, 2019).

2.5.4. Límite Inferior de Explosividad (LIE)

Es la unión mínima de gases, vapores o nieblas inflamables en aire por debajo de la cual, la mezcla no es explosiva (Prevencion.umh.es, 2019).

2.5.5. Limite Superior de Explosividad (LSE)

Es la agrupación máxima de gases, vapores o nieblas inflamables en aire por arriba de la cual, la mezcla no es explosiva (Prevencion.umh.es, 2019).

2.5.6. Temperatura de inflamación

Es la temperatura mínima en condiciones normales de presión, Esta temperatura es conocida como punto de destello, es decir es la temperatura mínima para que sobre la superficie del producto se alcanza el LIE (Prevencion.umh.es, 2019).

2.5.7. Temperatura de ignición o de auto ignición

Temperatura mínima con la cual un producto entra en combustión de forma espontánea (Prevencion.umh.es, 2019).

2.5.8. Temperatura máxima superficial

Dicha temperatura que es alcanzada en servicios y en condiciones más desfavorables, por cualquier pieza o superficie del material que pueda producir la combustión de la atmosfera circundante (Prevencion.umh.es, 2019).

2.5.9. Energía mínima de inflamación

Es aquella mínima energía que es necesitada para obtener la inflamación de la atmosfera para una determinada concentración (Galbarro, 2019).

2.6. ATEX con presencia de polvos combustibles

Esta atmosfera explosiva es la mezcla de aire, en condiciones atmosféricas, con sustancias inflamables como polvo o de fibras, estas en caso de ignición, la combustión se lanza al resto de la composición no quemada (Galbarro, 2019).

2.6.1 Parámetros básicos de ATEX con presencia de polvos combustibles que influye en el riesgo de explosión:

2.6.2. Concentración mínima de explosión

Es la totalidad mínima de polvo este puede producir la ignición y propagación de la llama. Se enuncia en unidades de masa por volumen y es la medida equivalente a LIE para gaseo (Prevencion.umh.es, 2019).

2.6.3. Temperatura mínima de ignición a nube (TIN)

Se le denomina TIN a la temperatura más baja, la cual en una suspensión de polvo en el aire, de tal manera es espontanea la ignición y propagación de la llama (Prevencion.umh.es, 2019).

Esta obedece fundamental a la turbulencia del polvo, la cual interviene sobre el lapso de contacto con la superficie caliente, está medida también está relacionada con el riesgo de incendio y explosión, por unión con superficies calientes (Prevencion.umh.es, 2019).

2.6.4. Temperatura mínima de ignición en capa (TIC)

La abreviatura TIC es conocida como la temperatura mínima de una superficie caliente, es un polvo almacenado sobre ella, este puede inflarse dependiendo de otros factores, del espesor de la capa, la disminución de la densidad del polvo favorece la evacuación de calor (Prevencion.umh.es, 2019).

2.6.5. Energía mínima de ignición (EMI)

Esta energía es capaz de producir la ignición de un polvo, es también conocida como la energía mínima de una chispa, dicha energía (chispa eléctrica) varía por el tipo de polvo y del tamaño de este (Galbarro, 2019).

2.6.6. Presión máxima de explosión

Presión alcanzada que define la resistencia requerida para resistir la explosión de un producto determinado (Galbarro, 2019).

2.7. Origen de una explosión

- Hermenegildo Rodríguez es su página web (Galbarro, 2019), dice que una explosión se puede llegar a producir al coincidir la ATEX (atmósfera explosiva) y un foco de ignición, por lo tanto se requiere que se produzcan 3 condiciones concurrentes: 1era CONDICIÓN: existir una sustancia combustible tales como gases, polvos o nieblas y vapores.
- 2da CONDICIÓN: sumarse un comburente como el oxígeno presente en el aire.
- 3era CONDICIÓN: presencia de una fuente energética idónea para iniciar la reacción.

De tal manera que eliminando una o más condiciones anteriores mencionadas evitaríamos una explosión.

2.8. Equipos o Aparatos de Medicion de Atmosferas Explosivas

Estos equipos son los encargados de medir atmosferas explosivas, en este trabajo de titulación se detallaran los medidores de gases profesionales para el empleo diario en la empresa.

Se encuentra equipos de medición que siguen las prescripciones y directrices vigentes en la actualidad relativas a la seguridad personal.

La función de auto calibración permite una fácil calibración de los medidores de gases. Algunos de ellos poseen la función de almacenamiento y posterior transferencia de los valores de medición a un ordenador (S/A, PCE Instruments en Web, 2014) .

Un accesorio particular es el juego de bombas de aspiración manual, con ello se podrá realizar mediciones sin cercanía directa a la fuente de gases o determinar la concentración de gases en lugares de difícil acceso, además, existen una serie de equipos de medición para su instalación fija (S/A, PCE Instruments en Web, 2014).

Estos se pueden accionar individualmente o en conexión con una instalación de detección de gases, los medidores de gases de instalación fija pueden suministrarse con las variantes de con o sin pantalla, salida de conmutación (S/A, PCE Instruments en Web, 2014).

2.9. Tipos de equipos de medición de atmósferas explosivas

- La página web PCE Instruments (S/A, PCE Instruments en Web, 2014) manifiesta que en la actualidad existen cinco tipos de aparatos, equipos o medidores para la medición de atmósferas explosivas ATEX, que serán detallados a continuación: Medidores De Atmósferas Explosivas Portátiles.
- Medidores De Atmósferas Explosivas Para El Control Del Aire.
- Medidores De Atmósferas Explosivas De Combustión.
- Medidores De Atmósferas Explosivas De Instalación Fija.
- Medidores De Atmósferas Explosivas Para La Protección De Personas.

2.10. MEDIDORES DE ATMOSFERAS EXPLOSIVAS PORTATILES:

2.10.1. PCE-LD 1

Es un medidor de gases refrigerantes como aire acondicionado y sistema de refrigeración. Este medidor PCE-LD1 es un detector de fugas de gases refrigerantes de alta tecnología, que detecta todos los gases con base CFC (clorofluorocarbonos) y HFC (hidrofluorocarbonos) (S/A, PCE Instruments en Web, 2014) .

Gracias a su sensibilidad puede detectar todas las fugas de los sistemas refrigerantes en ambientes contaminados por otros gases. Es detector señala de forma óptica y acústica cuando detecta una fuga (S/A, PCE Instruments en Web, 2014) .

El cuello de ganso posibilita medir en lugares de difícil acceso, el sensor integrado en el cuello de ganso tiene una duración de vida de un año, por lo que no es necesario una re calibración (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 1. Medidor PCE-LD1

Fuente: (S/A, PCE Instruments en Web, 2014).

2.10.2. GD 383

Este medidor de gases inflamables, como GLP, propano y gas natural. Aparato de medición muy fiable para la detección de fugas, este aparato de medición de gas GD383 mide vapores de gasolina, propano, gas natural o fuel oíl (S/A, PCE Instruments en Web, 2014) .

Además es apto para detectar fugas en vehículos que transportan Gas Licuado de Petróleo, cuando el aparato localiza estas sustancias muestra una alarma visual de en la pantalla, este aparato medidor de gases se utilizara únicamente mediante tres botones (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 2. Medidor GD 383

Fuente: (S/A, PCE Instruments en Web, 2014).

2.10.3. PCE-RCM 12

Es un medidor para la medición orientativa de partículas, medición de formaldehído y CO₂. Este medidor nos sirve para la medición orientativa de parámetros medioambientales, el equipo realiza mediciones de CO₂, formaldehído, partículas, temperatura y la humedad relativa, así como COV, La pantalla del medidor de calidad de aire muestra todos estos parámetros de forma alterna (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Con este equipo de medición se puede controlar el medioambiente durante un espacio de hasta 5 horas sin la necesidad de conectar el dispositivo a la red eléctrica a través de interfaz USB (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Se debe realizar la carga del acumulador durante 2 horas para que este completo y de tal manera darle uso a lo que se requiera del mismo, el dispositivo cuenta con una barra a color que facilita la lectura de concentración (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 3. Medidor PCE-RCM 12

Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.10.4. PCE-RCM 15

Medidor de 7 parámetros en 1 equipo, PM1, 0, PM2, 5, PM10, COV, HCHO, temperatura y humedad. Este equipo ha sido desarrollado para medir y controlar la calidad del aire en interiores o espacios cerrados, dicho equipo de medición mide los siguientes parámetros: PM1, PM2, 5, PM10 (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Estas son pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo, ceniza, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, otro parámetro de medición es el COV que son compuestos orgánicos volátiles, como el hidrogeno, nitrógeno, cloro, azufre, formaldehido, temperatura y humedad relativa (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Los parámetros se pueden visualizar en la gran pantalla, por ende el equipo de medición es especialmente apto para oficinas, escuelas, otros centros de enseñanza, de igual manera apto para casas particulares (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

La pantalla del equipo de medición nos permite elegir las diferentes funciones de medición, mediante el cual podemos visualizar los valores de las mediciones de forma gráfica y numérica, este medidor dispone de una función despertador (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 4. Medidor PCE-RCM15

Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.10.5. PCE-VOC1

Dispositivo de prueba para la comprobación de HCHO Y COV en el lugar de trabajo. Este equipo se utiliza para la medición de los compuestos orgánicos volátiles totales COV o (a veces llamado TVOC por sus siglas en ingles) y formaldehido (HCHO) (S/A, LABTEST Certification INC., 2014) .

Este dispositivo es ideal para comprobar la calidad del aire, también destaca por su gran pantalla y su manejo sencillo, dispone de tres teclas lo que permite trabajar de forma rápida, así el usuario puede ver el valor en pantalla (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Este equipo de medición os ayuda para detectar una alarma de forma óptica, pues en la pantalla se ilumina en rojo cuando alcanza un valor crítico de COV o de HCHO (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

También integra un acumulador de litio que nos garantiza un funcionamiento de varias horas, se lo puede cargar a través de la fuente de alimentación que se conecta al dispositivo (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 5. Medidor PCE-VOC1
Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.10.6. OXYBABY®

Medidor para el control de conservación de alimentos envasados en atmosferas modificadas, O₂/CO₂, inalámbrico. Este detector de medición inalámbrico es un instrumento ideal para controlar la conservación de alimentos envasados en atmosferas modificadas, este dispositivo nos permite realizar comprobaciones rápidas, exactas, precisas e la máquina de envasado, en el almacén o laboratorio (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

El equipo OXYBABY® realizar mediciones el cual permite tener calidad y frescura en los productos, así garantiza un trato duradero con los clientes, este medidor incorpora una memoria interna de las ultimas 100 o 500 mediciones (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Cuenta con una pantalla de lectura y con iluminación de fondo, dicho equipo ofrece de forma rápida y sencilla todas las ventajas de las más modernas tecnologías, como Bluetooth para una comunicación inalámbrica, y un lector de barras integrado (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 6. Medidor OXIBABY®
Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.10.7. HFX205

Dispositivo de medición de mano para la concentración de formaldehído y formalina con memoria y software. Es ideal para detectar formaldehído en aire, este nos muestra la concentración de formaldehído, de tal manera evita un análisis costoso que exige cuantioso tiempo en el laboratorio, utiliza un sensor electroquímico que comprueba los valores límites permitidos actuales (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

A través del puerto USB puede conectar el medidor a un PC o portátil y efectuar una medición automática continua y prolongada de la concentración de formaldehído (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

El equipo de medición cuenta con un sensor de medición de formalina que necesita 30 segundos o menos para una medición, algunas sustancias como el etanol, propano y metano, pueden interferir en el resultado, existe en el dispositivo un sensor de humedad opcional que permite una corrección para obtener mediciones exactas (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 7. Medidor HFX205

Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.10.8. GS 400

Equipo de medición para la detección de fugas de gas en diversos campos, sensores intercambiables, pantalla LCD a color. Este detector es capaz de detectar fugas en una amplia variedad de gases y líquidos en las tuberías, entre otras cosas, depósitos de combustible, aparatos de aire acondicionado, líneas de agua y líneas de gas, y se utilizara para uso comercial como industrial (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Dicho equipo dispone de una pantalla LCD, que permite un uso más claro y sencillo, su cuerpo principal no necesita ningún tipo de mantenimiento, solo es necesario calibrar los sensores, por tanto no es necesario la calibración del equipo en sí (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Esto a su vez significa que existe una amplia gama de sensores disponibles que son los siguientes:

- GS-430 es indicado especialmente para metano, propano, butano e hidrogeno (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).
- GS-440 que se encarga de las fugas de gas, está diseñado especialmente para gases refrigerantes (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).
- GS-433, este se ha especializado en el seguimiento de mezcla de hidrogeno nitrógeno (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 8. Medidor GS-400

Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.10.9. SERIE AQ

Medidor de gases para ozono y otros gases con sensores intercambiables para medir aire. Es un dispositivo muy preciso para realizar la medición de concentraciones de ozono en el aire, dicho equipo de medición de ozono se puede equipar con cuatro diferentes cabezales, que se diferencian en rango de medición de ozono (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Este medidor de gases se puede utilizar en muchos sectores diferentes, como industrial que abarca empresas de fabricación de papel, textil o lubricantes, que en sus procesos usan ozono para blanquear aceites, grasas, cera, papel, fibras sintéticas, celulosas o textiles (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Dicho equipo de medición se utiliza durante y después de realizar la desinfección y desgerminación en piscinas, instalaciones de tratamiento de agua, este modelo SERIE AQ registra los datos en la memoria interna o los transfiera a un PC a través del puerto USB (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 9. Medidor SERIE AQ

Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.11. MEDIDORES DE ATMOSFERAS EXPLOSIVAS PARA EL CONTROL DEL AIRE

2.11.1. CO2-PCE-AC 2000

Equipo de medición para instalaciones en escuelas, oficinas o instituciones públicas. Define la calidad del aire en la medición combinada del contenido de CO₂, temperatura y humedad del aire, este equipo mide la valoración del aire en salas de conferencia y generales en el sector industrial y público como escuelas (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

La concentración alta de dióxido de carbono se produce de forma instantánea, cuando un sinnúmero de personas se encuentran en espacios cerrados y estos carecen de buena ventilación (S/A, LABTEST Certification INC., 2014) .

El dióxido de carbono reduce el bienestar general (por ejemplo síntomas de cansancio, pérdida de concentración y dolor de cabeza), por lo tanto también la capacidad de rendimiento (S/A, LABTEST Certification INC., 2014). El medidor de CO₂ dispone de una función de calibración para ajustar y reestablecer los valores, el medidor muestra el detalle del contenido de CO₂ a través de un indicador de gráfico de barras (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

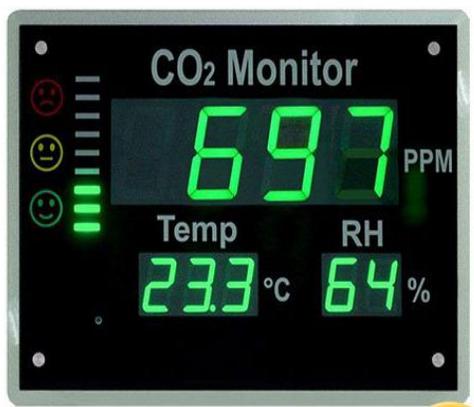


Figura 10. Medidor CO2-PCE-AC 2000
Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.11.2. CDL 210

Dispositivo de medición para CO₂ con registrador de datos integrado, indicación de temperatura y humedad. Dicho medidor valora la calidad del aire teniendo en cuenta la medición del contenido de CO₂ mediante medición infrarroja, temperatura y humedad del aire, estos datos medidos se registran y muestran en la pantalla (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

En especial muy útil para la medición de aire en salas tales como de conferencia o generales del sector público e industrial (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

La concentración alta de dióxido de carbono se produce de forma instantánea, cuando un sinnúmero de personas se encuentran en espacios cerrados y estos carecen de buena ventilación, el dióxido de carbono reduce el bienestar general (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 11. Medidor CDL 210
Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.11.3. AIRCONTROL OBSERVER

Medidor del aire ambiental con sensores de humedad, temperatura y CO₂. Dispositivo de medición que generara un buen clima en oficinas, el indicador de CO₂ también mide la humedad relativa y la temperatura del ambiente (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Consta de una pantalla grande, en ella visualizaremos los valores proporcionados, una cara smiley nos dice cuál es la calidad del aire ambiental, con colores similares de un semáforo, lo cual facilita la valoración de la calidad del aire (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

En caso de no tener el indicador de CO₂ a la vista, este emitirá una señal acústica de tal manera este le recuerda de abrir la ventana al sobrepasar los valores límite pre ajustados (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Este equipo de medición es ideal para oficinas, colegios, edificios públicos y hospitales, en general para edificios y espacios de estancia de personas (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 12. Medidor AIRCONTROL OBSERVER

Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.11.4. SOUND AIR®

Dispositivo de medición de amplio rango, con indicador de color en concentración alta, múltiple uso. Dicho equipo indica claramente a través de una luz roja intermitente cuando el

contenido de CO₂ es demasiado alto en una habitación, y esta debe ser ventilada, este medidor es de gran ayuda para mejorar la calidad del aire (S/A, LABTEST Certificatio INC., 2014).

El medidor se coloca en la pared y nos informa acerca de la calidad del aire, si el número de personas en un cuarto es muy elevado se reduce la calidad del aire (S/A, LABTEST Certificatio INC., 2014).

Si una habitación no se ventila a tiempo esto puede producir cansancio, reducción de concentración y de la capacidad de aprendizaje, El instituto de seguridad e higiene en el trabajo aconseja no superar una concentración de CO₂ de 1000 ppm (S/A, LABTEST Certificatio INC., 2014). Este medidor es para instalarlo en la pared y se realiza un ajuste de medición de 400 a 2000 ppm, este es ideal para utilizarlo en escuelas, guarderías, en oficinas y en el sector industrial (S/A, LABTEST Certificatio INC., 2014).



Figura 13. Medidor Sound Air®

Fuente: (S/A, LABTEST Certificatio INC., 2014).

2.11.5. IAQ7515 & IAQ7525

Medidor para el control del dióxido de carbono en interiores, software. Es un instrumento de mano excepcionales para la medición y verificación del contenido de dióxido de carbono en interiores, los profesionales de calefacción, aire y climatología usan este equipo de medición para la detección de calidad de aire en interiores (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Para la evaluación de sistemas de aire en escuelas, oficinas, fábricas y hospitales, además de medir temperatura y humedad del aire, dicho equipo permite memorizar 12700 valores de medición que incluye fecha, hora y traspasar los datos a un ordenador (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 14. Medidor IAQ7515 & IAQ7525
Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.11.6. PCE-7755

Dispositivo para CO₂, temperatura y humedad relativa, función Hold, pantalla LCD dual. Dicho equipo de medición puede controlar la calidad del aire, tiene una pantalla dual con tres parámetros simultáneos para CO₂, temperatura y humedad, y con iluminación de fondo para condiciones de poca luminosidad (S/A, LABTEST Certification INC., 2014)

El equipo de medición tiene un diseño con infrarrojo, además un sensor de tecnología de ondas, a este medidor se le debe realizar una calibración manual, además es fácil de calibrar al aire libre (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

También tiene una función Hold con el que fija las lecturas de la medición actual en la pantalla durante 8 horas. Tiene varias señales de advertencia para el nivel de CO₂, como una alarma sonora (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 15. Medidor PCE-7755

Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.12. MEDIDORES DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS DE COMBUSTIÓN

2.12.1. KIGAZ 100 - 150

Dispositivo con impresora integrada multifuncional para la instalación de gas y calderas. Este equipo es una herramienta de gran ayuda para los técnicos instaladores de calefacción y gas para el servicio y mantenimiento en instalaciones de gas y calderas, es compacto, ligero y fácil de utilizar (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Este equipo de medición tiene una cubierta de goma magnética, consta de una sonda de humos de muestreo con colector de condensados, además una impresora integrada para la impresión de informes (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

El menú de autodiagnóstico le permite seleccionar el análisis de gas de combustión y otro tipo de pruebas como por ejemplo el ajuste de tipo de combustible, unidades de medición y la eficiencia hasta el 120% (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Estos resultados se registran en la memoria y se pueden imprimir directamente en la impresora integrada, la interfaz de conexión USB le permite cargar los archivos registrados y almacenarlos en un ordenador (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 16. Medidor KIGAZ 100 – 150
Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.13. MEDIDORES DE ATMOSFERAS EXPLOSIVAS DE INSTALACIÓN FIJA

2.13.1. AQ 940S

Dispositivo para diferentes gases, salidas analógicas y digitales, con pantalla LCD. Este equipo fue creado para la medición y control en espacios cerrados, consta de una bomba interna que puede conectarse a un tubo de hasta 5m, para bombear muestras de aire, esto permite medir en puntos distantes de difícil acceso (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Hay la opción de adquirir accesorios opcionales y así conectarse con una PC, mediante la PC puede configurar el equipo, así como leer y analizar los valores. Dicho dispositivo está disponible con o sin pantalla LED (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

La carcasa del medidor está protegida contra la penetración de agua, esto permite usar el medidor por ejemplo, en cámaras frigoríficas en las que se almacenan alimentos (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 17. Medidor AQ 940S
Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.13.2. MONITOR COV SM70

Medidor con sensores opcionales para ozono y COV, alarma acústica, y seguimiento continuo. Dispositivo para montar en pared, fue perfeccionado para la medición y la supervisión de gas mediante la activación de un interruptor interno,

La página web (S/A, LABTEST Certificatio INC., 2014) nos explica que este equipo cuenta con un software específico y este pre programado para que sea usado de la siguiente manera:

- 1.- Como un dispositivo sencillo (con sistema de interruptor de encendido y apagado).
- 2.- Como dispositivo de supervivencia (para detectar una determinada concentración de gas en el periodo definido por el usuario).

Este dispositivo cuenta con la precisión que permite se pueda adaptar a distintos usos como detección de fugas, control de salud y seguridad, y supervisión de procesos (S/A, LABTEST Certificatio INC., 2014).



Figura 18. Medidor COV - SM70
Fuente: (S/A, LABTEST Certificatio INC., 2014).

2.13.3. PANELES CONTROL GASFLAG

Medidor con sistema de control, conexión de diferentes tipos de sensores, integra relés de alarma. Este dispositivo dispone de una alarma sonora interna y una pantalla LED, la central de alarma de gas puede ser utilizada sencilla y cómodamente con un solo botón (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

En caso de alarma reaccionara en menos de un segundo, la instalación deberá completarse sensores de gas adaptables y con certificación ATEX (S/A, LABTEST Certification INC., 2014) nos dice que los sensores de gas se diferencian según el tipo de gas que son:

- La funcionalidad: (por ejemplo, salida analógica, relés, etc.)
- Según el tipo de pantalla.

Además existen sensores con pantalla incorporada o sin pantalla. La central de alarmas y sensores de gas se suministran configurados, calibrados y probados (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 19. Medidor CONTROL GASFLAG
Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.13.4. CO2 RLA 100

Medidor para la detección de CO₂, 2 niveles de alarma ajustables, alarmas integradas, pantalla de 4 dígitos. Es un instrumento para detector CO₂, este equipo protege de los gases incoloros e inodoros peligros para la salud, y que se utilizan en la industria alimentaria, metalúrgica, procesos químicos y en la gestión de residuos (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Mencionado equipo se coloca en áreas de riesgo, y la unidad de alarma en el exterior, consta de una pantalla digital de 4 dígitos y 4 LEDs, que permite un control constante de las agrupaciones de gas, el CO₂ afecta al organismo humano incluso en dosis pequeñas (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 20. Medidor CO2 RLA 100
Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.13.5. MF – 420IR

Dispositivo para medición de CO2 para la industria. Este dispositivo determina el contenido de dióxido de carbono en el aire con la ayuda de un sensor por infrarrojos a una temperatura ambiente, es compacto, sólido y no requiere mantenimiento en la práctica habitual (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

La carcasa del medidor de CO2 es de aluminio y está preparada para ser montada en la pared, el medidor detecta la concentración de dióxido de carbono de una forma más rápida, precisa y económica (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

El sistema de medición por infrarrojos determina el contenido de CO2 en el aire, se alimenta por corriente continua a 24V, en la práctica habitual no es necesario calibrar el aparato, en caso de tener que hacerlo, deberá hacerlo un especialista (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 21. Medidor MF - 420IR
Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.13.6. XGARD – TX GARD – FLAMGARD

Medidor con protección ATEX, para casi todo tipo de gases, para utilizar solo conjuntamente con alarma. Este equipo de medición encontramos sensores de gas con autorización ATEX, para gases inflamables, oxígeno y gases tóxicos para acoplamiento fijo, los sensores de gas se

diferencian según el gas a medir, la funcionalidad o según el tipo de pantalla (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Existe sensores para metano, propano, pentano, GLP, etanol, etileno, hidrógeno, acetileno, gasolina, fosfina, oxígeno, ozono, monóxido de carbono, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre, cloro, amoníaco. Este dispositivo es uno de los más completos para las industrias (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 22. Medidor XGARD – TX GARD – FLAMGARD

Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.14. MEDIDORES DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS PARA LA PROTECCIÓN DE PERSONAS

2.14.1. CROWCON CLIP SGD

Dispositivo de medición con un tiempo de vida de dos años hasta tres años, sin recalibración. Mencionado equipo de medición es un instrumento de medición de gas compacto y fiable que sirve para garantizar la seguridad de los trabajadores en empresas, este medidor de tiene una vida útil de aproximadamente 2 años, se ofrece para diferentes tipos de gases COV (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 23. Medidor CROWCON CLIP SGD

Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.14.2. MULTIGAS T4

Medidor homologado para ATEX, con duración aproximada de la batería de 24 horas, alarmas múltiples. Equipo de medición de ATEX con vida útil de la batería de 24 horas, permite realizar mediciones durante toda una jornada de trabajo, este se usa en todos aquellos ambientes donde es necesario proteger vidas que estén en riesgo (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Se usa especialmente para salvaguardar vidas humanas, dispone de una gran pantalla nítida con retroiluminación esta nos ayuda para una fácil lectura durante su uso, controlar varios gases simultáneamente (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Este detector multigases es un equipo robusto, ideal para trabajo diario, que ha superado un ensayo de caída libre desde 4m de altura, esto lo convierte en un equipo ideal para ambientes adversos (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 24. Medidor MULTIGAS T4
Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.14.3. GASMAN N

Medidor de gas único para la protección personal con logger de datos, software y cable de datos. Este dispositivo fue creado para aplicaciones que requieren protección contra gases específico, inflamable o tóxico, el equipo de medición alerta a su portador con un tono de alarma penetrante y con señal óptica útil en casos de existir ruidos fuertes (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Además con este dispositivo de medición se podrá guardar los valores de medición y si lo desea, los podrá transmitir y valorar en el ordenador, para ello es necesario contar con el software opcional (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Estos datos se podrán transferir al ordenador o al portátil en cualquier momento para su posterior valoración. Se podrá realizar dos calibraciones al año a este medidor (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 25. Medidor GASMAN N
Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.14.4. TETRA MINI

Dispositivo de medición múltiple con autorización ATEX. Dicho dispositivo tiene un acabado extremadamente sólido, un pequeño formato y un manejo muy sencillo, este medidor es resistente a las inclemencias meteorológicas y a las más duras condiciones del entorno (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Este fue creado para ser utilizado en la industria pesada (por ejemplo en la construcción de túneles), una gran ventaja es su sencillo manejo con un solo botón, que podrá accionarlo incluso con guates (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Dicho equipo mide oxígeno, gases tóxicos y gases inflamables, nos muestra los valores de medición en una pantalla grafica con iluminación, la superficie de goma de la carcasa del medidor de gas lo hace resistente a golpes y vibraciones (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Tiene un protección resistente al polvo y al agua, su sólido formato se completa con una sujeción de acero, en caso de peligro cuenta con una alarma visual que consiste en la actividad de diodos luminosos parpadeantes rojos y azules (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Estos parpadeos rojos y azules se complementan con una alarma acústica emitiendo un sonido en tono alto. Su funcionamiento posible es de 18 horas (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 26. Medidor TETRA MINI

Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

2.14.5. GAS - PRO

Medidor móvil que detecta hasta 5 gases con bomba interna, uso con una sola mano, manejo sencillo. Este equipo de medición se puede equipar con hasta 5 sensores, entre ellos CO2 con protección ATEX, la posibilidad de equipar el medidor de gases con diferentes sensores permite usar este medidor en canalizaciones, depuradores, desagües, vertederos, barcos, industria química y petrolífera (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

El manejo del equipo de medición es sencillo con una sola tecla o un solo clic o un doble clic es agradable y permite navegar por el menú incluso si el usuario lleva puesto guates (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

La página web (S/A, LABTEST Certification INC., 2014), nos dice que consta de tres LED posicionados justo debajo de la pantalla de tal manera se puede detectar el estado del medidor de gas por colores que son los siguientes:

- **Indicación verde:** indica que todo está bien.
- **Indicación amarilla:** indica que requiere un control del equipo de medición, (por ejemplo reparación o calibración).
- **Indicación roja:** indica cuando no se puede usar el medidor, ahí hay que enviarlo a la fábrica para su revisión o reparación.

La pre alarma y alarma principal se activa de forma acústica, de forma óptica con dos LED de color visible desde cualquier ángulo, y además vibrando el equipo, este equipo puede trabajar 19 horas con acumuladores cargados (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

Las concentraciones de gases medidas se guardan cada 10 segundos en la memoria interna del medidor, estos datos se pueden traspasar desde el equipo de medición a un PC a través de un cable USB (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).



Figura 27. Medidor GAS-PRO
Fuente: (S/A, LABTEST Certification INC., 2014).

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Reseña Histórica

3.1.1. Universidad de las Fuerzas Armadas

La Universidad de las Fuerzas Armadas fue creada un 20 de junio de 1922 por el Dr. José Luis Tamayo, Presidente de la Republica, dicha institución se creó con el nombre de Escuela de Oficiales Ingenieros esta se creó mediante la aprobación de un decreto publicado con registro No. 521 el 16 de junio del mismo año (Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2019).

Dicha institución pasaría a llamarse Escuela de Artillería e Ingenieros por la necesidad de tecnificar los mandos en la especialidad de ingeniería y artillería, esta actividad fue realizada por el Presidente Sr. Federico Páez un 22 de octubre de 1936 (Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2019).

En el año de 1948 mediante los programas de estudios contribuyo para llamarla Escuela de Ingenieros, posteriormente un día 28 de octubre de 1970 el Dr. José María Velasco Ibarra mediante un decreto permitió el ingreso a estudiantes civiles (Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2019).El presidente de la república Dr. José Velasco aprobó el régimen de reglamento interno para la institución, posterior a esto el 8 de diciembre de 1977 en la ciudad de Quito se le reconoce como Escuela Politécnica del Ejército (Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2019).

Desde entonces permanece como Escuela Politécnica del Ejército, dicha institución estará al mando de la Comandancia General del Ejército con domicilio principal en la Capital de los ecuatorianos (Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2019).

La Escuela Politécnica del Ejército (Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2019) manifiesta que iniciará sus actividades con las facultades que se detallan a continuación:

- Ingeniería Civil.
- Ingeniería Geográfica.
- Ingeniería Industrial.

- Ingeniería Mecánica.
- Ingeniería Electrónica.
- Instituto de Idiomas.
- Centro de Cómputo.

De esta manera se toma la decisión de suprimir o transformar facultades, departamentos, instituciones, extensiones, organismos académicos y administrativos conforme a la ley.

3.1.2. ESPE sede Latacunga

En el año de 1587, las instalaciones que hoy es el campus central ESPE campus Latacunga fueron una fábrica de pólvora, con el objetivo de abastecer a las milicias de la época colonial (Bravo, 2014, pág. 91).

En 1967 la fábrica de pólvora fue demolida para construir lo que hoy es el edificio central, sus primeros cimientos se realizó en el año de 1889, en el año de 1906 se inauguró lo que paso hacer una casa de artes (Bravo, 2014).

Paso una década para convertirse en un centro educativo, fue parte del colegio Vicente León, después de un tiempo paso a utilizar el ejército y la escuela aeronáutica a mando del comandante Cosme Renella Barbatto (Bravo, 2014).

Entre los años 1949 y 1956, la Escuela de Agricultura de la Sierra hizo uso de las instalaciones, para generar empleo en la presidencia de Galo Plaza Lasso (Bravo, 2014).

En el año de 1962, (CEMAI) Centro Militar de Aprendizaje Industrial ocupó las instalaciones para recibir a jóvenes que debían cumplir con el servicio militar obligatorio, después de algunas décadas dichas instalaciones pasaron a ser parte del (ITSFA), Instituto Tecnológico Superior de las Fuerzas Armadas (Bravo, 2014).

Por consiguiente en el año de 1987 paso a llamarse (ITSE), Instituto Tecnológico Superior del Ejército que formaba académicamente a profesionales de la región centro de nuestro país (Bravo, 2014).

(Bravo, 2014), menciona que en el año de 1987 se le nombra como Escuela Politécnica del Ejército, sede Latacunga desde aquel entonces se mantiene con el mismo nombre, de igual manera mantiene su oferta académica con las siguientes carreras que detallare a continuación:

- Ingeniería Automotriz.
- Ingeniería Electrónica en Software.
- Ingeniería Electrónica con mención en Instrumentación.
- Ingeniería Electromecánica.
- Ingeniería Comercial.
- Ingeniería en Finanzas.
- Ingeniería Petroquímica.
- Ingeniería Mecánica.
- Hotelería y Turismo.
- Suficiencias en idiomas inglés y francés.

Con el paso del tiempo la comunidad estudiantil aumento a un aproximado de 10000 estudiantes, por la cual se creó un campus nuevo en la parroquia Belisario Quevedo, campus con nueva infraestructura que está a servicio de los estudiantes desde el día 30 de mayo de 2012 (Bravo, 2014).

Dicho campus lleva el nombre de General Guillermo Rodríguez Lara.

3.1.4 Misión Organizacional

Formar profesionales e investigadores de excelencia, creativos, humanistas, con capacidad de liderazgo, pensamiento crítico y alto conciencia ciudadana; generar y aplicar el conocimiento científico; y transferir tecnología, en el ámbito de sus dominios académicos, para contribuir con el desarrollo nacional u atender las necesidades de la sociedad y de las Fuerzas Armadas (Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2019).

3.1.5. Visión Organizacional

La Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE es reconocida, como un referente a nivel nacional y regional por su contribución en el ámbito de sus dominios académicos, al

fortalecimiento de la Seguridad y la Defensa, bajo u marco de valores éticos, cívicos y de servicio a la comunidad (Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2019).

3.2. Situación Actual

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga, está ubicada en la ciudad de Latacunga, en la calle Quijano Ordoñez y Márquez de Maenza, el campus General Guillermo Rodríguez Lara se encuentra ubicado en la Parroquia Belisario Quevedo, su actividad principal es formar nuevos profesionales de excelencia para la patria.

3.3. EQUIPO DE MEDICIÓN A IMPLEMENTARSE

3.3.1. VENTIS MX4

3.3.2. Introducción

La protección eficaz del personal que trabaja en puestos de trabajo que puede existir presencia de gases explosivos, tóxicos o con deficiencia de oxígeno, requiere la utilización de instrumentos fiables, el detector personal VENTIS MX4 se diseñó y fabricó para medir hasta 4 gases simultáneamente, gases explosivos, O₂, CO y H₂S (CASELLA, 2011).

El equipo de medición ventis mx4 fue fabricado y diseñado según normativas europeas e internacionales, aplicando últimos avances en tecnología electrónica asociado a la detección de gases, es un detector robusto y resistente, diseñado para su utilización en los ambientes más severos (CASELLA, 2011).

3.3.3. Características

En el libro de (CASELLA, 2011) sobre la guía técnica del ventis mx4 indica las siguientes características:

- Detección de hasta 4 gases simultáneamente.
- Clasificado según la directiva ATEX, lo que confiere un altísimo nivel de seguridad.
- Pantalla digital LCD de gran tamaño con indicación en tiempo real de la concentración de gas detectado concentraciones STEL y TWA, y autonomía restante.

- Alarmas de concentración de gas mediante mensajes en pantalla, señal luminosa, acústica y vibratoria. Con dos niveles de alarma instantánea para los sensores explosivos y tóxicos, alarmas por definición y exceso de oxígeno, así como alarmas STEL y TWA para los sensores tóxicos.
- Alimentación a través de batería recargable de ion Li que proporciona una autonomía de 12 horas o a través de pilas alcalinas que proporcionan una autonomía de 8 horas.
- Bomba de aspiración automática opcional para toma de muestra hasta 30m de distancia.
- Cargador inteligente si efecto memoria.
- Memoria interna con capacidad para registrar 50 horas de datos con intervalo cada 10 segundos.
- Banco de calibración y de pruebas opcionales.
- Peso: 182 gramos, dimensiones 103 x 58 x 30mm.

3.3.4. Especificaciones Técnicas

Tabla 1

Especificaciones Técnicas

Configuración	Explosivos: rango 0-100% LIE. O₂: rango 0-30% Vol. CO: rango 0-1.000ppm. H₂S: rango 0-500ppm.
Gases detectados	Explosivos, O ₂ , Co, H ₂ S.
Medición	Continúa por difusión o mediante bomba de aspiración automática opcional.
Pantalla	Pantalla LCD.
Alarmas de gases	En pantalla mediante mensajes por cada canal de medición. Señal luminosa intermitente común a todos los canales. Vibratoria.
Indicador luminosos	Visible en todas las direcciones.
Buzzer	95 db.
Alimentación	Batería recargable ion Li / pilas alcalinas.
Autonomía	12 horas funcionando con batería recargable Li-ion. 8 horas funcionando con pilas alcalinas.

CONTINÚA 

Temperatura de funcionamiento	De -20°C a +50°C.
Peso	182g (sin bomba) / 380g (con bomba)
Dimensiones	103 x 58 x 30 mm (sin bomba) / 172 x 67 x 66 mm
Certificación	Según Directivas de Atmosferas Explosivas: ATEX 94/9/CE Ex d ia I Mb / Ex d ia IIC T4 Gb; Grupo y categoría del equipo I M2 y II 2G.

Fuente: (Scientific, 2019).

3.4. Capacidades del Ventis MX4

El ventis mx4 es un detector de gases múltiples portátil, este detecta gases presentes en espacios confinados y abiertos, para dar uso a dicho equipo en lugares estrechos, según el pedido del detector por parte del cliente, se puede instalar hasta cuatro sensores, de esta manera detecta de forma continua y simultanea la presencia de cuatro gases específicos (Scientific, 2019).

Tabla 2

Capacidades del Ventis MX4

Categoría del sensor	Numero disponible por monitor	Gases monitoreados
Oxígeno	1	O ₂ (Oxígeno) solamente
Combustible	1	El monitor puede configurarse para medir UNO de los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • LEL (pentano) • LEL (metano)
Tóxico	2	Cada sensor detecta y mide solo UNO de los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • CO (monóxido de carbono) • H₂S (sulfuro de hidrógeno) • NO₂ (dióxido de nitrógeno) • SO₂ (dióxido de azufre)

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 7).

3.5. Descripción del detector

3.5.1. Características y funciones del hardware

En el documento dice que la parte superior del monitor tiene dos partes principales, como se muestra a continuación, en la parte superior están los puertos de los sensores, en la parte inferior contiene las funciones de interfaz del usuario, una pantalla LCD y dos botones para accionar, estas funciones se describen a continuación (Scientific, 2019).

Dicho medidor se puede usar en cualquier orientación cuando se sujeta al usuario o cuando se usa con estuche, la orientación normal del instrumento para realizar la medición de gases es portátil con sensores y pantalla que apunta al operador (Scientific, 2019, págs. 8-9).



Figura 28. Partes del Medidor

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 9).

Tabla 3

Partes del Medidor

Número	Características	Función
1	Indicador de alarma visual	Indica una alarma o advertencia; la frecuencia varía según el nivel de alarma. También se utiliza como indicador de seguridad.

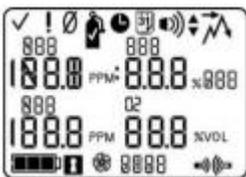
CONTINÚA 

2	Entrada de bomba (aspiración) Puertos de sensor (difusión)	Entrada de aire; entrada de gas de calibración y prueba de exposición breve.
3	Pantalla LCD	Interfaz de usuario; la luz de fondo destella cuando el monitor esta en los estados de alarma del sistema, alta o baja.
4	Puertos de alarmas audibles	Se enciende cuando el monitor está en las modalidades de alarma del sistema, alta o baja; la frecuencia y el tono varían según el nivel de alarma. También se utiliza para advertencias y como indicador de seguridad.
5	Botón de encendido/apagado	Se usa para encender y apagar la unidad. También sirve para omitir un proceso/paso o avanzar a la pantalla siguiente tato en la modalidad de monitoreo de gas como en la modalidad de configuración. Ajusta los valores e la modalidad de configuración.
6	Botón Intro	Se usa para inicias un proceso/paso dentro de un proceso. Modifica los valores en la modalidad de configuración.
7	Interfaz	Muestra el intercambio de datos de luz infrarroja en curso.
8	Contactos de carga	Carga de batería.

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 9).

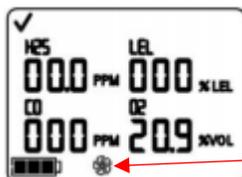
3.6. Pantalla

La pantalla de inicio del medidor sirve para mostrar todos los iconos y artículos alfanuméricos, que pueden aparecer en la pantalla cuando el monitor está en uso, acoplado o cargándose. Cada uno de los artículos de la pantalla esta fijos, comunica información única y solamente aparece cuando se realiza una tarea pertinente (Scientific, 2019, pág. 9). Aparece un ejemplo de una pantalla de monitoreo de gas, al lado de la pantalla de inicio. En ella se muestra como los iconos alfanuméricos comunican en conjunto varios datos al usuario del detector (Scientific, 2019, pág. 9).



Pantalla de inicio

Todas las imágenes de pantallas posibles.



Pantalla de Monitoreo de gases

Ejemplo de pantalla en la modalidad de monitoreo de gas.

Nota: Las pantallas mostradas en este documento incluyen el icono de bomba, se parece a un ventilador, e indica el uso de un monitor de aspiración. Para un motor de difusión, el icono de la bomba no se muestra en la pantalla, esta se muestra en la imagen con una flecha roja.

Figura 29. Pantalla

Fuente: (Scientific, 2019)

Tanto la fila superior e inferior contiene iconos, la ocupación principal de la sección intermedia, en la modalidad de monitoreo de gas, es comunicar las lecturas de la concentración de gas. A continuación se muestran las definiciones para todos los iconos, abreviaturas de nombres de gases, unidades de medición de gas, y otros indicadores. Cuando corresponde, puede haber variaciones (Scientific, 2019, pág. 10).

Tabla 4

Iconos Fila Superior

Iconos de la fila superior	Definición
	Estado: indica que no hay fallas ni del monitor ni del sensor.
	Advertencia: indica una falla en el monitor o en el sensor.
	Cero: comunica el estado cero (por ejemplo, como resultado de puesta en cero (por ejemplo, resultados de puesta a cero, puesta a cero en curso, etc.).
	Cilindro de gas: comunica información relacionada con la calibración (fecha de calibración, gas de calibración aplicado, etc.).

CONTINÚA 

	Reloj: indica un proceso que está en curso.
	Calendario: comunica advertencias de vencimiento para el servicio de artículos (calibración, pruebas de exposición breve, etc.).
	Alarma: indica una condición que causa la alarma.
	La alarma de audio de bajo nivel está activada.
	La alarma de audio de alto nivel está activada.

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 10).

Tabla 5
Valores Alfanuméricos de Pantalla

Valores alfanuméricos de pantalla	Definición
CO	Monóxido de carbono (CO)
CH4	Metano (CH ₄)
SO2	Dióxido de azufre (SO ₂)
LEL	Límite Inferior de Exposición. Variaciones en pantalla: "LEL" (Inglés) "LIE" (Francés Español) "UEG" (Alemán)
O2	Oxígeno O ₂
NO2	Dióxido de nitrógeno (NO ₂)
H2S	Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)
%VOL	Porcentaje de volumen: unidad de medición de O ₂ y CH ₄
%LEL	Unidad porcentual para gases combustibles; variaciones en pantalla: "LEL" (Inglés) "LIE" (Francés Español) "UEG" (Alemán)
PPM	Partes por millón: unidad de medición de H ₂ S, CO, SO ₂ , y NO ₂ .

CONTINÚA 

	<p>Fuera de escala: Para cualquier sensor fuera de escala, indica que la concentración de gas medida es mayor que la escala de medición del sensor. Variaciones en pantalla:</p> <p>“Or” (inglés y alemán)</p> <p>“InF” (francés)</p>
	<p>Fuera de escala negativa: para cualquier sensor fuera de escala negativo indica que la concentración de gas medida es menor que la escala de medición del sensor, variaciones en pantalla:</p> <p>“-Or” (ingles)</p> <p>“InF” (francés)</p>

Fuente: (Scientific, 2019, págs. 10-11).

Tabla 6

Iconos de la Fila Interior

Iconos de la fila inferior	Definición
	<p>Indicador de nivel de carga de la batería; variaciones en pantalla:</p> <p>Icono de batería descargada con tres guiones en lugar de cada lectura de sensor</p> <p>Icono intermitente de batería descargada = advertencia de batería poco cargada</p> <p>1 barra negra < 33% de carga</p> <p>2 barras negras = de 34% a 66% de carga</p> <p>3 barras negras = de 67% a 100% de carga</p>
	<p>Código de seguridad: indica que el código está programado o que se debe introducir.</p>
	<p>Bomba: se muestra siempre que se use un monitor de aspiración.</p>
	<p>Indica que la comunicación IrDA está en curso.</p>
	<p>Límite de exposición a corto plazo (STEL): comunica los valores STEL. Variaciones e pantalla:</p> <p>“TWA” (inglés y alemán)</p> <p>“VLE” (francés)</p>
	<p>Tiempo promedio ponderado (TWA): comunica los valores de TWA. variaciones en pantalla:</p> <p>“TWA” (inglés y alemán)</p> <p>“VLE” (francés)</p>

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 11).

3.7. Alarmas

Todas las alarmas y advertencias del monitor se debe tener en cuenta al pie de la letra y acatarlas tal como describe los estándares de seguridad, además la alarma permanecerá activada mientras la condición de alarma esté presente, para alarmas relacionadas con gas, una vez que cambie la concentración de gas detectada, los indicadores de alarmas cambiarán para reflejar cualquier nueva condición como gas de baja alarma, gas de alta alarma, gas de fuera de gama o alarma sin gas (Scientific, 2019, pág. 11).

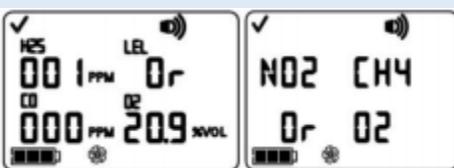
Cuando la alarma sostenida se active en conjunto con el monitor, seguirá la alarma hasta que deje de existir la condición de alarma y el usuario del monitor debe pulsar el botón INTRO Durante un segundo, esto aplica solo para alarmas relacionadas con gas (Scientific, 2019, pág. 12).

El equipo de medición Ventis MX4 dispone de cuatro niveles de alarmas y advertencias, la alarma de nivel de sistema genera un tono de frecuencia más alto y las señales vibratoria y visual de nivel más alto. Dicha alarma se utiliza para indicar eventos como una falla e la bomba, una falla crítica de la batería o una falla del sensor (Scientific, 2019, pág. 12).

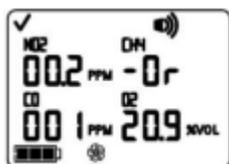
Existe la alarma de audio de bajo y alto nivel junto con los indicadores visual y vibratorio, estas se encienden cuando las lecturas de la concentración de gas son altas, bajas o fuera de escala, el indicador de nivel bajo advierte con pautas de sonidos como pitidos para alertar por ejemplo baja batería o calibración pendiente (Scientific, 2019, pág. 12).

A continuación se describe los tipos de alarmas y las condiciones para generar alarmas.

Tabla 7
Tipos de Alarmas en Pantalla

Pantalla	Descripción
 <p>Pantalla de Alarma fuera de escala</p> <p>El mensaje "Or" indica que sensores están leyendo condiciones fuera de escala. Los demás sensores</p>	<p>Se produce una condición fuera de escala cuando el valor de la concentración de gas detectado está por encima de la escala de medición del sensor.</p> <p>Después de generarse una alarma fuerte de escala, se debe calibrar el monitor.</p>

muestran lecturas de concentración de gas actuales o una pantalla numérica (a la izquierda) o nombres de los gas en una pantalla de texto (a la derecha). Las alarmas de nivel alto se activan y aparece el icono de alarma.



Pantalla de Alarma fuera de escala negativo

El mensaje "-Or" indica que sensores están leyendo condiciones fuera de escala negativo, los demás sensores muestran sus lecturas de concentración de gas actuales, las alarmas de nivel alto se activan y aparecen el icono de alarma.

NOTA: en general, los valores del sensor de O2 y tóxico se reajustan cuando el gas detectado alcanza una escala aceptable.

Se produce una condición fuera de escala negativo cuando el valor de la concentración de gas detectado está por debajo de la escala de medición del sensor.

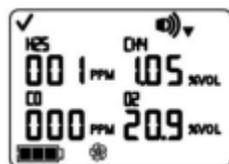
Después de generarse una alarma fuera de escala negativo, se debe calibrar el monitor.



Pantalla de Alarma alta

Un valor* intermitente de la concentración de gas indica que lectura del sensor causa alarma. Las alarmas de nivel alto se activan y aparece el icono de flecha arriba.

Se produce una condición de alarma alta cuando la concentración de gas detectada alcanza un nivel mayor que el ajuste del valor de alarma alta para un sensor.



Pantalla de Alarma baja

Un valor * intermitente de la concentración de gas indica que lectura del sensor causa alarma. Las

Se produce una condición de alarma baja cuando la concentración de gas detectada alcanza el ajuste del valor de alarma baja para un sensor.

CONTINÚA



alarmas de nivel bajo se activan y aparece el icono de flecha abajo



Se produce una alarma de TWA cuando el tiempo promedio alcanza el valor peligroso del monitor para el periodo ajustado.

Pantalla de Alarma de TWA

Un valor * intermitente de la concentración de gas indica que lectura del sensor causa alarma. Las alarmas de nivel bajo se activan de TWA destella.



Se produce una alarma de STEL cuando el valor de exposición a corto plazo excede el límite establecido

Pantalla de Alarma de STEL

Un valor * intermitente de la concentración de gas indica que lectura del sensor causa alarma. Las alarmas de nivel bajo se activan de STEL destella.



Se produce la alarma cuando el monitor no registra sensores instalados.

Pantalla de Indicación de sensor o instalado

Se activa las alarmas de nivel del sistema y aparece el icono error.



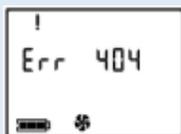
Pantalla de Error de datos del sensor

Se produce la alarma cuando falla alguna operación relacionada con los datos del sensor y el sensor o funciona.

CONTINÚA 

Una "F" intermitente indica que sensor causa alarma.

Se activa la alarma de audio y aparece el icono error.



Pantalla de error critico

Los códigos de error 4XX a 5XX (aquí se muestra 404) indican que el monitor ha detectado una función defectuosa. La unidad no funciona y debe ser examinada por un técnico capacitado.



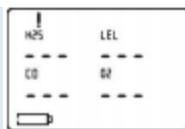
Pantalla de Alarma de falla de bomba

Se activa la alarma de nivel de sistema y aparece el icono de error.



Pantalla de Advertencia de batería baja

Suena un pitido cada 60 segundos y se ilumina el icono de batería descargada.



Alarma crítica de la batería

El icono de batería descargada indica una advertencia de duración de la batería, mientras se muestran tres guiones e lugar de cada lectura del sensor, la alarma alta

Se produce la alarma cuando la bomba, si está conectada, no funciona correctamente, estando en alarma, el monitor trata de reajustar la bomba cada diez segundos. Si lo logra, el monitor sigue en alarma.

Se produce la alarma cuando la batería del monitor alcanza un nivel de carga bajo o está próxima a agotarse.

Esta alarma se produce cuando la batería no tiene una duración suficiente para una operación continua.

La batería debe cargarse o reemplazarse.

El instrumento NO detecta gas en este momento.

CONTINÚA 

suenan durante 10 minutos antes de apagar el monitor.



Pantalla de prueba de exposición breve vencida

Una "b" indica qué sensor está pendiente de una prueba de exposición breve. Cada 30 segundos suenan dos pitidos y aparecen los iconos de calendario y alarma.

Se produce la alarma cuando una o más sensores están pendientes de una prueba a exposición breve. Si los ajustes del monitor lo permiten, se puede realizar una prueba de exposición breve en el campo en un área que no se considere peligrosa.



Pantalla de Alarma de calibración vencida

Los valores del gas destellan para cada sensor pendiente de calibración. Cada 30 segundos suenan tres pitidos y aparecen los iconos de calendario y alarma. Se ilumina el icono de cilindro de gas.

Se produce la alarma cuando uno o más sensores están pendientes de calibración. Si los ajustes del monitor lo permiten, se puede realizar una calibración en el campo en un área que no se considere como peligrosa.

3.8. Preparación del monitor

Para la preparación del monitor para darle uso por primera vez se realizara un proceso "3-C" (cargar, configurar y calibrar), la preparación trata sobre la carga y configuración, se puede Consultar como referencia de ahora en adelante, inmediatamente se describe el proceso de calibración en la sección uso y servicio (Scientific, 2019, pág. 15).

Nota: La calibración debe realizar solo personal especializado en monitores de gas o personal donde se adquirió el equipo.

3.9. Baterías

Las baterías de iones de litio e iones de litio de larga duración Slim son compatibles con el instrumento de difusión solamente, la batería de larga duración puede instalarse para usarse con un instrumento de difusión o aspiración (Scientific, 2019, pág. 15).

Compatibilidad de las baterías

	Recargable (número de pieza*)			Reemplazable (número de pieza*)
	Batería de iones de litio (VTSB-1XY*) 	Batería de iones de litio de larga duración Slim (VTSB-4XY*) 	Batería de iones de litio de larga duración (VTSB-2XY*) Cubierta 	Batería alcalina (VTSB-3XY*) Cubierta 
Ventis MX4 de difusión	Sí	Sí	Sí	Sí
Ventis MX4 de aspiración	No	No	Sí (sin cubierta)	Sí (sin cubierta)

*X indica color e Y indica aprobaciones.

Figura 30. Compatibilidad de las Baterías

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 15).

3.10. Carga de Batería

3.10.1. Colocación del inserto del cargador

Si el cargador el momento de realizar la compra le viene con un inserto, ajuste la posición del inserto para asegurarse de que los contactos de la batería toquen los contactos de carga (Scientific, 2019, pág. 16). A continuación ilustraremos en una imagen la forma correcta de realizar la carga:



Figura 31. Carga de la Batería

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 16).

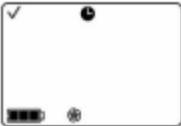
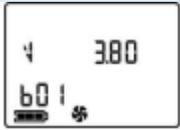
Nota: no toque los contactos de la batería ubicados en la parte delantera del cargador, puede contaminarlos y provocar daños.

3.10.2. Encendido y apagado

Para encender en medidor ventis MX4, debe pulsar ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD y no lo suelte durante 3 a 4 segundos. Durante los 10 0 15 segundos de haberse encendido el monitor, realiza pruebas internas y el usuario observa o escucha lo que indica a continuación, después de esta fase de inicio, aparece una pantalla de cuenta atrás, durante los 20 segundos próximos el usuario puede entrar en la modalidad de configuración para fijar manualmente los ajustes del monitor (Scientific, 2019, pág. 16).

Nota: se recomienda no realizar la fase de configuración manual para ajustes del monitor, por motivos de cuidado del equipo, dicho equipo sale ya configurado desde su calibración y en caso de no realizar el uso correcto puede des calibrarse y esto implica gastos económicos altos para la configuración respectiva.

Tabla 8
Pantalla y Opciones

Pantalla y opciones	Instrucciones
 <p>Pantalla de Prueba visual</p> <p>Aparece durante 5 segundos cuando el monitor completa una comprobación de sensores y alarmas. Las alarmas vibratoria y de audio se activan brevemente y luego se apagan.</p>	<p>No requiere ninguna acción.</p>
 <p>Pantalla de Configuración de la bomba</p> <p>Aparece durante 5 segundos para un monitor de aspiración. El monitor comprueba la presencia de una bomba, si está presente, se pone en marcha y se ajusta a un caudal óptimo.</p>	<p>Asegúrese de que la entrada de la bomba no este bloqueada.</p>
 <p>Pantalla de Verificación de Software</p> <p>El mensaje de pantalla de versión de software aparece durante 5 segundos.</p>	<p>No requiere ninguna acción.</p>

CONTINÚA 



No necesita ninguna acción del usuario.

Pantalla de Días de calibración

Cuando aparece la flecha arriba (▲), el número de días mostrado para cada sensor indica cuando hay que efectuar la siguiente calibración.

Cuando aparece la flecha abajo (▼), el número de días mostrado indica cuando se produjo la última calibración.



Pantalla de cuenta atrás

Muestra la cuenta atrás de 20 segundos, de segundo en segundo, desde 20 hasta 1. Opciones:

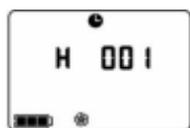
Entrar en la modalidad de monitoreo de gas

Entrar en la modalidad de configuración

Para entrar en la modalidad de monitoreo de gas: deje que la cuenta atrás se complete y pase a la pantalla de monitoreo de gas.

Para entrar a la modalidad de configuración: Pulse simultáneamente

ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD e INTRO, o suelte durante tres segundos y luego suelte.



Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD No suelte hasta que la cuenta atrás llegue a cero, y suelte para apagar el monitor.

Pantalla de apagado

La pantalla muestra una cuenta atrás de 5 segundos acompañada de cinco pitidos y destellos de la luz LED.

Fuente: (Scientific, 2019, págs. 17-18).

3.11. Configuración

(Scientific, 2019) Menciona que antes de utilizar el monitor por primera vez, se deben revisar los ajustes, si es necesario, cambiarlos. Las siguientes tareas deben ser realizadas por personal de seguridad capacitado:

- Se debe Evidenciar los ajustes del medidor de gases para demostrar que cumple con la política de la empresa y cualquier normativa, ley aplicable, y de tal manera sigan las instrucciones según entidades que regulan y grupos gubernamentales o industriales.
- Determinar que ajustes requieren cambios.
- Realizar los ajustes o supervisar a otros miembros del personal e proceso.
- Al usar software de estaciones de acoplamiento de Industrial Scientific mantenga los ajustes obligatorios mediante el software o configuración manualmente los ajustes de los instrumentos después del acoplamiento.

Nota: se recomienda no realizar la fase de configuración manual para ajustes del monitor, por motivos de cuidado del equipo, dicho equipo sale ya configurado desde su calibración y en caso de no realizar el uso correcto puede des calibrarse y esto implica gastos económicos altos para la configuración respectiva.

3.11.1. Instrucciones

AVISOS

- Solamente el personal de seguridad autorizado debe acceder a la modalidad de configuración para cambiar los ajustes del monitor según la política de la compañía.
- Antes de comenzar el proceso de configuración, lea TODOS los requisitos y las instrucciones descritos en este documento, incluida la descripción del proceso e pantalla.

Se puede acceder a modalidad de configuración durante la cuenta atrás de 20 segundos del proceso de encendido. Durante la cuenta atrás pulse simultáneamente las teclas ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD e INTRO, sin soltar durante tres segundos y suelte para entrar en la modalidad de configuración (Scientific, 2019, pág. 18).

(Scientific, 2019) Manifiesta que durante el proceso de configuración, las funciones principales de los dos botones son las siguientes:

- El botón INTRO se usa para modificar valores. También se utiliza para iniciar un paso o una secuencia de un proceso.
- El botón ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD se utiliza para fijar el valor, cuando se indique, también se utiliza para omitir un proceso o un paso del proceso, o para avanzar en la pantalla de configuración siguiente.

La primera pantalla que aparece en la modalidad de configuración depende de tres factores:

- Ajuste del código de seguridad.
- La presencia o ausencia de la función china Ma.
- Y la presencia o ausencia de un sensor de LEL.

El ajuste del código de seguridad es 000, la función de seguridad se desactiva y la pantalla de introducción del código de seguridad NO aparece. Si el código de seguridad NO es 000, la función de seguridad se activa y el monitor muestra la pantalla de introducción del código de seguridad (Scientific, 2019, pág. 19).

Si la función de mina china MA NO opera, el monitor verifica si hay un sensor de LEL instalado, si está instalado, el monitor muestra la pantalla tipo de LEL, si no hay un sensor de LEL instalado, el monitor muestra la pantalla inicio de puesta a cero (Scientific, 2019, pág. 19).

3.11.2. Proceso de configuración

Tabla 9

Proceso de Configuración

Pantalla y opciones	Instrucciones
	<p>Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario; pulse repetidamente o no suelte para acelerar el ritmo de incremento para llegar al código de seguridad válidos.</p> <p>Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para entrar en la modalidad de configuración y llegar a la pantalla correspondiente siguiente.</p>

CONTINÚA 

Pantalla de Introducción del código de seguridad

Esta pantalla indica una función de seguridad activada.



Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario.

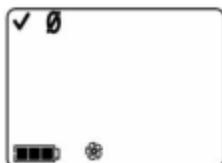
Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a la pantalla Inicio de puesta a cero.

Pantalla de Ajuste del tipo LEL

Opciones

LEL

CH₄



Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para omitir los procesos de calibración y puesta en cero y avanzar a una de las dos pantallas.

Si la serie del sensor instalado incluye H₂S y NO₂, O₂, SO₂ Y NO₂, el monitor se pre ajusta en la modalidad de calibración estándar y aparece la pantalla punto de control alarma baja.

Pulse INTRO para iniciar los procesos de calibración y puesta a cero. Vaya a la sección puesta a cero, calibración y prueba de exposición manual.

Pantalla de Inicio a puesta a cero

Opciones

Pasar el proceso de calibración y puesta a cero.

Comenzar el proceso de calibración y puesta a cero.



Selección de Modalidad de calibración

Opciones

0 = Calibración estándar

1 = Calibración rápida

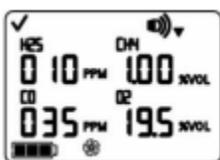
La opción de calibración rápida ajusta el monitor para calibrar los cuatro sensores al mismo tiempo. La opción de calibración estándar ajusta el monitor para calibrar cada sensor independientemente.

Pulse INTRO para modificar el valor si es necesario.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a la pantalla de punto de control de alarma baja.

El usuario puede modificar los valores para cuatro tipos de alarmas en la modalidad de configuración. El monitor presenta estas opciones en el orden mostrando a continuación:

- NOTA:
1. Alarma baja.
 2. Alarma alta.
 3. TWA (si hay sensores tóxicos instalados)
 4. STEL (si hay sensores tóxicos instalados)



Pantalla de Punto de control de alarma baja

Muestra el valor de alarma baja actual para cada sensor instalado. Si alguno de los sensores NO está instalado, su posición en la pantalla aparece en blanco.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para omitir el proceso de ajuste de valor de alarma baja y avanzar a la pantalla punto de control de alarma alta.

Pulse INTRO para iniciar el proceso de ajuste del valor de alarma alta.

En la pantalla, destella el primer sensor sujeto a cambio.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor.

Luego destella el siguiente sensor sujeto a cambios. Pulse los botones INTRO y ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD, respectivamente, para modificar y ajustar el valor de alarma baja de cada sensor.

Después de ajustar el valor de alarma para cada sensor instalado, pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD, para avanzar a la pantalla punto de control de alarma alta.

CONTINÚA 



Pantalla de punto de control de alarma alta

Muestra el valor de alarma alta existente para cada sensor instalado. Si alguno de los sensores no está instalado, su posición en la pantalla aparecerá en blanco.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para omitir el proceso de ajuste de alarma alta y avanzar a una de las dos pantallas descritas a continuación.

Pulse INTRO para iniciar el proceso de ajuste del valor de alarma alta. En la pantalla, se ilumina el primer sensor sujeto a cambio.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario; pulse repetidamente o sin soltar para acelerar el ritmo de incremento.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor.

Luego destella el siguiente sensor sujeto a cambios. Pulse los botones INTRO y ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD, respectivamente, para modificar y ajustar el valor de alarma baja de cada sensor.

Después de ajustar el valor de alarma para cada sensor instalado, pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD, para avanzar a una de las dos pantallas.

Si al menos hay un sensor tóxico instalado, aparece la pantalla de punto de control de alarma TWA.

Si no hay sensores tóxicos instalados, aparece la pantalla Ajuste del gas de calibración.



Pantalla de punto de control de alarma TWA

Muestra los valores TWA existentes para los sensores tóxicos instalados, no aparece ninguna otra lectura de sensor.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para omitir el proceso de ajuste de alarma de TWA y avanzar la pantalla de punto de control de intervalo de TWA.

Pulse INTRO para iniciar el proceso de ajuste del valor de alarma TWA.

En la pantalla destella el primer sensor sujeto a cambios.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario; pulse repetidamente o sin soltar para acelerar el ritmo de incremento.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor.

Luego destella el siguiente sensor sujeto a cambios. Pulse los botones INTRO y ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD, respectivamente, para modificar y ajustar el valor de cada alarma.

CONTINÚA 

Después de ajustar el valor de alarma para cada sensor instalado, pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD, para avanzar a la pantalla de punto de control de intervalo de TWA.



Pantalla de punto de control de intervalo de TWA

Muestra el intervalo de TWA existente, el valor puede ajustarse de 1 a 40 horas, en incremento de 1.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD, para ajustar el valor y avanzar a la pantalla punto de control de intervalo de STEL.



Pantalla de punto de control de alarma STEL

Muestra los valores STEL existentes para los sensores tóxicos instalados. No aparece ninguna otra lectura de sensor.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para omitir el proceso de ajuste de alarma STEL y avanzar a la pantalla Ajuste del gas de calibración.

Pulse INTRO para iniciar el proceso de ajuste del valor de alarma STEL.

En la pantalla, destella el primer sensor sujeto a cambio.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario; pulse repetidamente o sin soltar para acelerar el ritmo de incremento.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor. Luego destella el siguiente sensor sujeto a cambios. Pulse los botones INTRO y ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD, respectivamente, para modificar y ajustar el valor de alarma.

Después de ajustar el valor de alarma para cada sensor instalado, pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD, para avanzar la pantalla de Ajuste de gas de calibración.

CONTINÚA 



Pantalla de ajuste del gas de calibración

Muestra el valor del gas de calibración existente para cada sensor instalado.

Si alguno de los sensores no está instalado, su posición en la pantalla aparece en blanco.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para pasar el proceso de ajuste de gas de calibración y avanzar a la pantalla Ajuste del reloj. Pulse INTRO para iniciar el proceso de ajuste del valor del gas de calibración.

En la pantalla, destella el primer sensor sujeto a cambio.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario; pulse repetidamente o sin soltar para acelerar el ritmo de incremento.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor.

Luego destella el siguiente sensor sujeto a cambios. Pulse los botones INTRO y ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD, respectivamente, para modificar y ajustar el valor del gas de calibración de cada sensor.

Después de ajustar el valor de alarma para cada sensor instalado, pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD, para avanzar la pantalla de Ajuste de reloj.



Pantalla de ajuste de reloj

Muestra la hora usando u formato de 24 horas.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para omitir el proceso de ajuste del reloj y avanzar a la pantalla de Ajuste de fecha.

Pulse INTRO para iniciar el proceso de ajuste de reloj.

En la pantalla, destella el primer sensor sujeto a cambio.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario; pulse repetidamente o sin soltar para acelerar el ritmo de incremento.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD, para ajustar el valor, luego destella el siguiente sensor sujeto a cambios.

Pulse los botones INTRO y ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor.

Después de ajustar todos los valores, pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para avanzar a la pantalla de ajuste de fecha.

CONTINÚA 



Pantalla de Ajuste de la fecha

Muestra la fecha existente. El valor mostrando en el extremo izquierdo es el mes y el valor a su derecha es el día, el año aparece debajo del día.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para omitir el proceso de ajuste de la fecha y avanzar a la pantalla de Ajuste de modalidad de pantalla.

Pulse INTRO para comenzar el proceso de ajuste de la fecha.

En la pantalla, destella el primer sensor sujeto a cambios.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario; pulse repetidamente o sin soltar para acelerar el ritmo de incremento.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD, para ajustar el valor, luego destella el siguiente sensor sujeto a cambios.

Pulse los botones INTRO y ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD respectivamente, para modificar y ajustar cada valor.

Después de ajustar todos los valores, pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para avanzar a la pantalla de ajuste de la modalidad de visualización.



Pantalla de ajuste de la modalidad de visualización

Opciones

0 = Modalidad numérica

1 = Modalidad de texto

La modalidad de visualización seleccionada determinada si el usuario del monitor vera una pantalla numérica o de texto (incluidas las pantallas de alarmas) cuando el monitor este e la modalidad de monitoreo de gas.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a la pantalla de ajuste del indicador de seguridad.



Pantalla de activación-desactivación del indicador de seguridad

Opciones

Se activa el indicador de seguridad, el monitor emitirá una señal cada 90 segundos en la modalidad de monitoreo de gas para informar al usuario de su estado de funcionamiento.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a una de dos pantallas.

Si el indicador de seguridad esta activada, aparece la pantalla ajuste del tipo de indicador de seguridad.

CONTINÚA 

0 = Desactivado/Apagado

1 = Activado/Encendido

Si el indicador de seguridad esta desactivado, aparece la pantalla opción de prueba de exposición breve en el campo.



Pantalla de ajuste del tipo de indicador de seguridad

Opciones

- 1 = Pitido audible.
- 2 = LED intermitente.
- 3 = Combinación de pitido audible y LED intermitente

Ajusta el tipo de señal que emitirá un indicador de seguridad activado.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a la pantalla opción de prueba de exposición breve en el campo.



Pantalla de opción de prueba de exposición breve en el campo

Opciones

0 = Desactivada/Apagada

1 = Activada/Encendida

Cuando este activada, permite que el usuario del monitor realice una prueba de exposición breve al monitor desde la modalidad de monitoreo de gas.

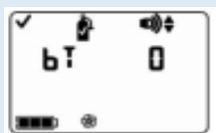
Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a una de las dos pantallas.

Si la prueba de exposición breve en el campo esta activada, aparece la pantalla opción de advertencia de prueba de exposición breve pendiente.

Si la prueba de exposición breve esta desactivado, aparece la pantalla ajuste de enclavamiento de alarma.

CONTINÚA 



Pantalla de opción de advertencia de prueba de exposición breve pendiente

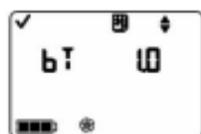
Cuando esta activada, el monitor sonara dos veces cada 30 segundos y sus iconos de pantalla indicara que hay una prueba de exposición breve pendiente. Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario.

Opciones

0 = Desactivada/Apagada

1 = Activada/Encendida

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a la pantalla punto de control del tiempo de prueba de exposición breve.



Pantalla de punto de control del tiempo de prueba de exposición breve

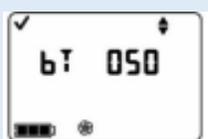
Ajusta el porcentaje del gas de calibración con el que se espera evaluar el monitor.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario; pulse repetidamente o sin soltar para acelerar el ritmo de incremento.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a la pantalla de requisito de porcentaje de prueba de exposición breve.

Escala de valores: 0.5 a 7.0 días

Incremento del valor: 1%



Pantalla de requisito de porcentaje de prueba de exposición breve

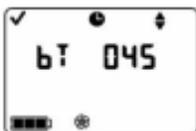
Ajusta el porcentaje del gas de calibración con el que se espera evaluar el monitor.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario; pulse repetidamente o sin soltar para acelerar el ritmo de incremento.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a la pantalla de tiempo de respuesta de la prueba de exposición breve.

Escala de valores: 50% a 99%

Incremento del valor: 1%



Pantalla de tiempo de respuesta de la prueba de exposición breve

Escala de valores: 30 a 300 segundos

Incremento del valor: 5 segundos

Ajusta el periodo de respuesta de la prueba de exposición breve.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario; pulse repetidamente o sin soltar para acelerar el ritmo de incremento.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a la pantalla de ajuste de alarma de enclavamiento.



Pantalla de ajuste de alarma de enclavamiento

Opciones

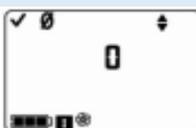
0 = Modalidad normal

1 = Modalidad de enclavamiento

Cuando se activa, si el monitor produce una alarma relacionada con el gas, seguirá en alarma hasta que la concentración de gas sea menos que (o mayor que la de oxígeno) la alarma de control, y el usuario del monitor pulsa el botón INTRO durante un segundo.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario. CONTINÚA

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a la pantalla de puesta a cero en campo.



Pantalla de puesta a cero en el campo

Opciones

0 = Desactivada/Apagada

1 = Activada/Encendida

Cuando esta activada, todos los usuarios del monitor pueden poner a cero el monitor desde la modalidad de monitoreo de gas.

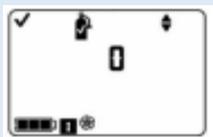
Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a una de las dos pantallas.

Si la puesta a cero en el campo esta activada, aparece la pantalla de opción de calibración en el campo.

Si la puesta a cero en el campo este desactivada, aparece la pantalla de alarma de calibración pendiente.

CONTINÚA 



Pantalla de opción de calibración en el campo

Opciones

0 = Desactivada/Apagada

1 = Activada/Encendida

Cuando esta activada, todos los usuarios del monitor pueden poner a cero el monitor desde la modalidad de monitoreo de gas.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a la pantalla de alarma de calibración pendiente.



Pantalla de opción de alarma de calibración pendiente

Opciones

0 = Desactivada/Apagada

1 = Activada/Encendida

Cuando esta activada, todos los usuarios del monitor pueden poner a cero el monitor desde la modalidad de monitoreo de gas cuando cualquier sensor tenga una calibración pendiente. Aparecerá en la pantalla un cilindro de gas intermitente y el tipo de gas, además de tres pitidos que sonara cada 30 segundos.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a la pantalla punto de control de calibración pendiente.



Pantalla del punto de control de calibración pendiente

Escala de valores: 1 a 365 días

Valor de incremento: 1 día

Ajusta el tiempo restante permitido entre calibraciones.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a la pantalla de ajuste de los días de calibración.



Fija como se mostrara la pantalla de días de calibración en la modalidad de operación.

CONTINÚA 

Pantalla de ajuste de los días de calibración

Opciones

0 = se muestra los días desde la última calibración.

1 = se muestra los días hasta la siguiente calibración.

NOTA: La flecha arriba (▲), se mostrará en pantalla cuando se ajusta la unidad para mostrar el número de días antes de que haya que hacer calibración siguiente de un sensor.

La flecha abajo (▼), aparecerá cuando la unidad se ajusta para mostrar el número de días desde que se efectuó la última calibración. Se mostrara un valor para cada sensor instalado.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a la pantalla del código de seguridad.

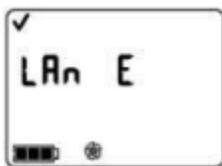


Pantalla de ajuste del código de seguridad

Valores validos: 000 a 999

Valores del incremento: 1

El código de seguridad 000 permitirá a todos los usuarios del monitor entrar a la modalidad de configuración y acceder a los cambios de los ajustes del monitor. Un valor diferente a 000 impedirá el acceso a la modalidad de configuración; también registrara el acceso al proceso de parад para un instrumento que está configurando "siempre activada", pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario, pulse rápidamente o sin pulsar para acelerar el ritmo de incremento. Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a la pantalla de selección de idioma.



Pantalla de selección de idioma

Opciones

I = Ingles

F = Francés

A = Alemán

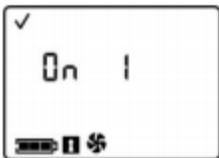
Permite escoger el idioma de pantalla para la pantalla seleccionada.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y volver a la pantalla de ajuste de tipo LEL.

Cuando se activa, el proceso de parada está protegido mediante un código de seguridad solamente si el código de seguridad o es iguala 000. Si el código está ajustado a cualquier otro valor distinto de 000, se mostrara un mensaje al usuario

CONTINÚA 



Pantalla de ajuste siempre activado

Opciones

0 = Desactivada/Apagada

1 = Activada/Encendida

para introducir el código de seguridad de la unidad para completar el proceso de parada.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para ajustar el valor y avanzar a la pantalla de la siguiente modalidad de configuración.



Pantalla de parada en alarma

Opciones

0 = No permite la parada

1 = Permite la parada

No permite o permite la parada activada por el operador cuando la unidad está en la alarma.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para fijar el valor y avanzar a la pantalla de la modalidad de configuración.



Pantalla de alarma en la estación de carga

Opciones

0 = Desactivada/Apagada

1 = Activada/Encendida

Desactive o active los indicadores de alarma cuando la unidad esté conectada a la unidad de carga.

Pulse INTRO para modificar el valor, si es necesario.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para fijar el valor y pasar a la siguiente pantalla de la modalidad de configuración.

3.12. Uso y mantenimiento del monitor

Para dar inicio al uso y mantenimiento de forma correcta del detector de gas, se debe iniciar con una prueba de exposición breve y calibración, hasta culminar dando limpieza del mismo y manteniendo en buenas condiciones (Scientific, 2019, pág. 27).

3.13. Procedimientos

El documento (Scientific, 2019) menciona que son 5 procedimientos que serán detallados a continuación:

- Configuración: para realizar este procedimiento el personal capacitado debe revisar y fijar los ajustes de las unidades.
- Pruebas Funcionales: este procedimiento trata de comprobar el funcionamiento de alarmas y sensores, cuando los sensores instalados en el equipo pasan la prueba son ya funcionales, y la alarma se encenderá dando aviso a que esta funcionando correctamente.
- Calibración: los sensores se deterioran paulatinamente con el tiempo, esto disminuye la capacidad de medir la concentración de gases de forma precisa, durante el procedimiento de calibración los sensores instalados se exponen a concentraciones esperadas de los gases de calibración, el medidor se ajustará automáticamente para asegurar una medición exacta y mostrar los valores de concentración de gas.
- Lecturas máximas: el medidor almacena las máximas lecturas de gas detectadas, las pruebas de funcionalidad registran a menudo nuevas lecturas máximas, por ende se deben borrar las lecturas máximas después de cada calibración.

3.14. Información general

El manual (Scientific, 2019, pág. 28) menciona que, las tareas de calibración, puesta a cero y prueba de exposición breve se activan o desactivan en el campo en el proceso de configuración, esto permite que el equipo bloquee los accesos a estas funciones desde la modalidad de monitoreo de gas, cuando estas opciones estén activadas, el equipo es accesible a todos los usuarios del monitor, al pulsar varias veces el botón ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD, el usuario accederá a los procesos y pantallas descritas a continuación:

- Pantalla de monitoreo de gas.
- Días desde la última calibración.
- Inicio de puesta a cero (si está activado en campo).
- Pantalla de gas de aplicación de calibración (si está activado en campo).Inicio de prueba de exposición breve (si está activado en campo).
- Lecturas máximas.
- Lecturas de TWA.
- Lecturas de STEL.

De igual manera el manual del monitor ventis MX4 (Scientific, 2019) detalla que el monitor es capaz de realizar dos tipos de calibración, el tipo de calibración seleccionado también determina el tipo de prueba de exposición breve del monitor, con la calibración "rápida", el detector se ajusta para calibrar y realizar la prueba de exposición breve en todos los sensores instalados simultáneamente, con una calibración "estándar", estas tareas se realizan independientemente para cada sensor instalado en el orden mostrado a continuación:

1. Sensor de oxígeno*
2. Sensor tóxico 1
3. Sensor LEL
4. Sensor tóxico 2

El manual de dicho medidor (Scientific, 2019) explica que puede calibrarse con cualquiera de los accesorios indicados a continuación:

- Vaso de calibración o tubo suministrado con el monitor (ver instrucciones abajo)
- Estación de calibración V-CAL (para ver las instrucciones, consulte el manual de la estación de calibración)
- DSX docking station para ventis MX4 (para ver las instrucciones, consulte el manual de la estación de acoplamiento).

3.15. Instrucciones de Calibración

La prueba y calibración de exposición breve con el vaso de calibración o el tubo, antes de iniciar lea todas las instrucciones, avisos, listas de comprobación, preparación del cilindro de gas y la guía completa de puesta a cero pantalla a pantalla, y los procesos de calibración y puesta a cero (Scientific, 2019, pág. 28).

Avisos

Industrial Scientific recomienda realizar una calibración del detector de gas, usando una concentración certificada conocida del gas de calibración de Industrial Scientific, para estar listo el monitor para el uso por primera vez, a partir de ese momento, ejecutar una calibración mensual (como mínimo) para garantizar la precisión del detector o monitor (Scientific, 2019, pág. 28).

Industrial Scientific recomienda de igual manera poner en cero cada monitor y hacer una prueba de exposición breve antes de cada uso con una concentración conocida como gas de calibración de Industrial Scientific (Scientific, 2019, pág. 28).

Antes de iniciar el proceso de puesta en cero, prueba de exposición breve o calibración, lea todas las instrucciones y requisitos descritos en este documento, incluida la descripción de los procesos pantalla a pantalla (Scientific, 2019, pág. 28).

La puesta en cero, prueba de exposición breve o calibración de un detector debe ser realizada únicamente por PERSONAL CAPACITADO (Scientific, 2019, pág. 28).

La prueba de exposición breve o calibración, las funciones de puesta a cero debe realizarse en un ambiente con aire fresco que se tenga conocimiento de que no es peligroso (Scientific, 2019, pág. 29).

Después de la exposición breve o calibración, al terminar cualquier proceso debe detener el caudal de gas (Scientific, 2019, pág. 29).

3.15.1. Suministros de calibración

Artículo	Monitor/Regulador**		
	Monitor de aspiración con regulador de caudal por demanda**	Monitor de aspiración con regulador de caudal positivo**	Monitor de difusión con regulador de caudal positivo**
Vaso de calibración*	No	No	Sí
Tubo de calibración de 2 pies de largo*	Sí	No	Sí
Tubo de calibración de 2 pies con "te" integrada	No	Sí	No
Cilindro de gas de calibración	Sí	Sí	Sí

*Suministrado con el monitor.

**Industrial Scientific recomienda 1) el uso de reguladores con un caudal de 0.5 l/min, y 2) que el monitor de difusión sea calibrado o sometido a una prueba de exposición breve usando un regulador de caudal positivo, NO un regulador de caudal por demanda.



Monitor de difusión con regulador de caudal positivo.

Monitor de aspiración con regulador de caudal por demanda

Figura 32. Suministros de Calibración

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 29).

3.15.2. Preparación del cilindro de gas

El manual de uso del medidor ventis XM4 (Scientific, 2019, págs. 29-30) menciona lo siguiente:

- Conecte el regulador adecuado al cilindro de gas y gire a la derecha para apretar (según el cuadro anterior).
- Después, escoja las instrucciones A., B., o C., según la combinación de monitor/regulador de uso.

Aspiración con regulador de caudal de demanda, conecte cualquiera de los extremos del tubo en el niple del cilindro.

NO CONECTE EL OTRO EXTREMO DEL TUBO AL MONITOR ANTES DE OBSERVAR LA "PANTALLA DE GAS APLICADO". Completar la conexión del tubo hará que el gas fluya, si se aplica gas antes de observar la pantalla respectiva, el detector iniciara con la activación de la alarma y registra un evento de falla.

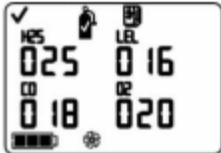
- a. Aspiración con regulador de caudal positivo, el tubo de calibración tiene dos aberturas de diferente tamaño, la una abertura estrecha en un extremo y la otra más ancha en el otro extremo.
- b. Conecte la abertura más ancha al niple del regulador del cilindro.
- c. Conecte la abertura más estrecha a la entrada de la bomba.
- d. Difusión con regulador de caudal positivo
- e. Conecte cualquier extremo del tubo a la boquilla del cilindro.
- f. Conecte el otro extremo del tubo en la boquilla del vaso de calibración.

NO CONECTE EL VASO DE CALIBRACION AL MONITOR NI APLIQUE EL GAS ANTES DE LLEGAR A LA "PANTALLA DE GAS APLICADO", si aplica el gas antes de llegar a la pantalla adecuada, el monitor activara enseguida la alarma y se registrara una falla.

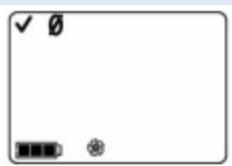
3.15.3. Proceso de puesta a cero y calibración rápida

Tabla 10

Proceso Puesta a Cero y Calibración.

Pantallas y opciones	Instrucciones
 <p>Pantalla de Monitor de gas</p> <p>Pantalla de modalidad numérica (izquierda)</p> <p>Pantalla de modalidad texto (derecha)</p> <p>Muestra las lecturas de concentración de gas (o nombres de gases en modalidad texto) para todos los sensores instalados. Si un sensor NO está instalado, su posición aparecerá en blanco en la pantalla LCD.</p>	<p>Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para avanzar a la pantalla de días desde la última calibración.</p>
 <p>Pantalla de días desde la última calibración</p> <p>Muestra el número de días desde la última calibración satisfactoria para cada sensor instalado. Cada valor puede ser diferente.</p> <p>NOTA:</p>	<p>Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para avanzar a una de las tres pantallas.</p> <p>Si la puesta a cero en el campo está activada, el usuario pasa a la pantalla de inicio a puesta a cero.</p> <p>Si la puesta a cero en el campo está desactivada, el usuario pasa a la pantalla de inicio de prueba de exposición breve.</p> <p>Si tanto la puesta a cero en el campo como la prueba de exposición breve en el campo están desactivadas, el usuario pasa a la pantalla de lecturas pico.</p> <p>Cuando la puesta a cero, la prueba de exposición breve y la calibración estén todas activadas en el campo, y el usuario ha entrado en la puesta a cero desde la modalidad de monitoreo de gas, se espera que calibre el monitor después de la puesta a cero satisfactoria.</p>

CONTINÚA 



Pantalla de inicio de puesta en cero

Opciones:

Introducir puesta a cero

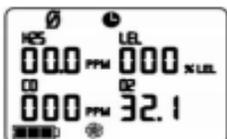
Omitir puesta a cero

Pulse INTRO para comenzar el proceso de puesta a cero y avanzar a la pantalla de puesta a cero en curso.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para omitir la puesta a cero y calibración y avanzar a una de las dos pantallas.

Si la prueba de exposición breve en el campo esta activada, el usuario pasa a la pantalla de inicio de la prueba de exposición breve.

Si la prueba de exposición breve en el campo esta desactivada, el usuario pasa a la pantalla de lecturas pico.



Pantalla de puesta a cero en curso

Cada valor numérico del sensor llega a cero excepto el de O₂. Aparece el valor de gas de calibración de O₂ actualizado. El icono del reloj destella y se muestra el icono de puesta a cero.

Permite completar el proceso de puesta a cero y avanzar a la pantalla resultados de puesta a cero (pasa o falla).

Después del proceso de puesta a cero ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para omitir la calibración de los sensores tóxicos y de combustibles. El usuario regresa a la modalidad desde la que se introdujo el proceso de calibración (configuración o monitoreo de gas).



En un plazo de 10 segundos

Pulse INTRO para repetir la puesta a cero.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para avanzar a una de las dos pantallas.

Si se introdujo cero desde...

CONTINÚA 

Pantalla de resultados (pasa) de puesta a cero

Aparece una marca de pasa para indicar una puesta a cero satisfactoria y suena un pitido corto. Cada valor numérico del sensor aparece e cero, excepto el de O₂.

Opciones:

Repetir puesta a cero

Iniciar calibración

Entrar en la modalidad de monitoreo de gas

...la modalidad de configuración, el usuario avanza a la pantalla de gas de calibración aplicado.

...la modalidad de monitoreo de gas y la opción de calibración en campo esta activada, el usuario avanza a la pantalla de gas de calibración aplicado.

... la modalidad de monitoreo de gas y la opción de calibración en campo esta desactivada, el usuario avanza a la pantalla de monitoreo de gas en la modalidad de monitoreo de gas.

Si pulsa INTRO o ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD, en un plazo de 10 segundos, el usuario avanza a la pantalla de monitoreo de gas, en la modalidad de monitoreo de gas.



Pantalla de resultados (falla) de puesta a cero

Muestra una "F" (falla) o una "P" (pasa), respectivamente, para cada sensor que falle o pase, para O₂, si el sensor paso la calibración, aparece la lectura del sensor.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD (o espere 10 segundos) para volver a la pantalla de inicio de puesta a cero y repita la puesta a cero.



Pantalla de gas de calibración aplicado*

El icono del cilindro de gas destella. Cada pantalla del sensor muestra la concentración del gas de calibración que se vaya aplicar. (La pantalla del O₂ aparece en blanco ya que el sensor fue calibrado durante puesta a cero). El monitor espera hasta 5 minutos para detectar el gas correctamente.

Para finalizar

Pulse

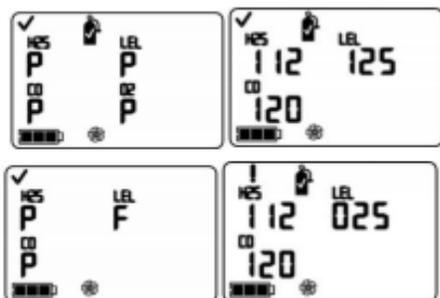
ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD mientras destella el icono del cilindro de gas para finalizar el proceso de calibración rápida (u omitir una calibración del sensor en la calibración estándar) y volver a la modalidad de monitoreo de gas.

Para calibrar

Desde el cilindro de gas ya preparado, inicie el caudal del gas como se indica a continuación para la combinación monitor/regulador que utilice.

Para u monitor de aspiración con regulador de caudal por demanda, complete la conexión del tubo desde el regulador hasta la entrada de la bomba.

Para un monitor de aspiración con regulador de caudal positivo, gire la perilla del regulador a la izquierda.



Pantalla de resultados de los sensores*

Pantalla de pasa (superior) o falla (inferior)

La pantalla muestra un "P" para pasa (o una "F" para falla) y la lectura del valor del gas de calibración para cada sensor. Aparece una marca de aprobación y suena un pitido.

DETENGA EL CAUDAL DE GAS

Después de la calibración, o si la calibración finalizada en cualquier momento durante el proceso, detenga el caudal de gas de la siguiente manera.

Para un monitor de aspiración con regulador de caudal por demanda, desconecte el tubo de la entrada de la bomba.

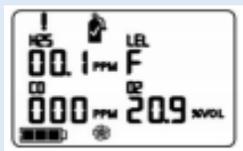
Para un monitor de difusión o aspiración con un regulador de caudal positivo, gire la perilla del regulador a la derecha.

Todos los sensores pasan

El usuario vuelve a la modalidad desde la que se introdujo el proceso de calibración (configuración o monitoreo de gas).

El sensor falla

Si uno o más sensores no pasan la calibración, aparece la pantalla calibración fallida y se enciende una alarma de nivel de sistema.



Pantalla de calibración fallida*

Se muestra las lecturas para todos los sensores calibrados correctamente y aparece una "F" para cualquier sensor fallido. Se muestra el icono de advertencia y un cilindro de gas para indicar la calibración fallida de un sensor.

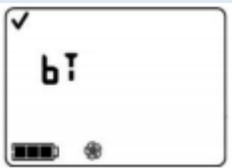
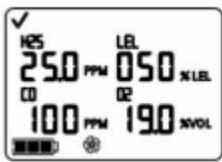
Cualquier sensor fallido permanece en alarma hasta que pase una calibración o sea reemplazado.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para repetir la calibración.

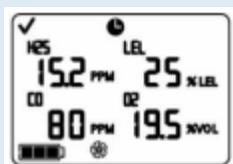
3.16. Proceso de prueba de exposición

Tabla 11

Proceso de Prueba de Exposición

Pantallas y opciones	Instrucciones
 <p>Pantalla de inicio de prueba de exposición breve</p> <p>Opciones:</p> <p>Iniciar proceso</p> <p>Omitir proceso</p>	<p>Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para omitir el proceso de prueba de exposición breve y avanzar a la pantalla de lecturas pico.</p> <p>Pulse INTRO para iniciar el proceso de prueba de exposición breve.</p>
 <p>Pantalla de gas aplicado e prueba de exposición breve</p> <p>Muestra las concentraciones del gas de prueba de exposición breve que debe recibir el monitor. El monitor espera hasta 5 minutos para detectar el gas satisfactoriamente.</p> <p>Si se deyecta gas, el usuario avanza a la pantalla de prueba de exposición breve en curso.</p> <p>Si NO detecta gas, se produce una falla en la prueba de exposición breve y el usuario avanza a la pantalla resultados de la prueba de exposición breve.</p>	<p>Para finalizar</p> <p>Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD mientras se ilumina el icono de cilindro de gas para finalizar el proceso de prueba de exposición breve rápida (o pasa a una prueba de exposición del sensor en la prueba de exposición breve estándar). El usuario regresa a la pantalla de monitoreo de gas.</p> <p>Para realizar prueba de exposición breve</p> <p>Desde el cilindro de gas ya preparado, inicie el caudal de gas como se indica a continuación para la combinación monitoreo/regulador que utilice.</p> <p>Para un monitor de aspiración con regulador de caudal por demanda, complete la conexión del tubo desde el regulador hasta la entrada de la bomba.</p> <p>Para un monitor de aspiración con regulador de caudal positivo, gire la perilla del regulador a la izquierda.</p>

CONTINÚA 



Pantalla de prueba de exposición breve en curso*

Muestra cuando se detecta un gas en un plazo de 5 minutos. El icono de reloj destella para indicar que la prueba está en curso. Se muestra las lecturas de los sensores. Las lecturas de los sensores tóxicos y del LEL aumentan, y la lectura de O₂ disminuye.

A medida que avanza la prueba de exposición breve, observe la actividad en la pantalla (izquierda).

Después de la prueba de exposición breve, aparece la pantalla de resultados de la prueba de exposición breve.

DETENGA EL CAUDAL DE GAS.

Después de la prueba de exposición breve, o si la prueba de exposición breve termina en cualquier momento durante el proceso, detenga el caudal de gas desde el cilindro de la siguiente manera.

Para un monitor de aspiración con regulador de caudal por demanda, desconecte el tubo de la entrada de la bomba.

Para un monitor de difusión o aspiración con un regulador de caudal positivo, gire la perilla del regulador a la izquierda.



Pantalla de resultados (pasa) de la prueba de exposición breve*

Muestra los resultados de todos los sensores que pasen la prueba. Si uno o más sensores fallan, aparece una "F" en el lugar de una "P". La pantalla de pasa/falla (izquierda) y la pantalla de lectura final de los sensores (derecha) aparecen de una en una, tres veces. Luego suena un solo pitido para indicar que la prueba de exposición breve se ha completado.

No se requiere acción por parte del usuario.

Después de pasar una prueba de exposición breve, el monitor pasa a la modalidad de monitoreo de gas.

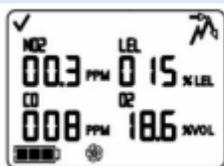


Después de una prueba de exposición breve fallida, aparece la pantalla de prueba de exposición breve fallida y se activa una alarma de audio de nivel bajo.

CONTINÚA 

Pantalla de resultados (falla) de la prueba de exposición breve*

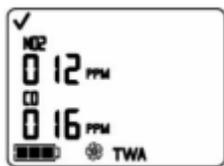
Aparece "bF" debajo de cada tipo de gas para indicar la falla de la prueba de exposición breve. Se activa la alarma de nivel de sistema y destella el icono del cilindro de gas.



El monitor debe calibrarse completamente después de una prueba de exposición breve.

Pantalla de lectura pico

Muestra el icono pico y las concentraciones de gas pico para cada sensor instalado desde la última vez que se borraron las lecturas pico. (Para el O₂, se muestra la lectura más baja).



Pulse y suelte el botón INTRO para borrar los valores pico.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para avanzar a una de las dos pantallas.

Si hay sensores tóxicos instalados, el usuario avanza a la pantalla de lecturas TWA.

Si no hay sensores tóxicos instalados, el usuario avanza a la pantalla de monitoreo de gas.

Pantalla de lectura de TWA

Muestra el icono de TWA (tiempo promedio ponderado) y las lecturas calculadas para cada sensor tóxico instalado, los demás valores de los sensores aparece en blanco.



Pulse y suelte el botón INTRO para borrar la lectura de TWA mostrada.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para avanzar a la pantalla de lecturas STEL.

Pulse y suelte el botón INTRO para borrar la lectura.

Pulse ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD para avanzar a la pantalla de monitoreo de gas.

Pantalla de lecturas de STEL

CONTINÚA 

Muestra el icono STEL (límite de exposición a corto plazo) y los valores de STEL para cada sensor tóxico instalado; los demás valores de los sensores aparece en blanco. El valor de STEL es el promedio de ejecución durante los últimos 15 minutos.

Fuente: (Scientific, 2019, págs. 33-35).

3.17. Muestreo remoto

En espacios estrechos, se debe tomar en cuenta la muestra del aire a intervalos de 1.21 metros (Scientific, 2019, pág. 35).

3.17.1. Guías para usar una bomba motorizada y una línea de muestreo

Se debe tomar muestras con una bomba motorizada y una línea de muestreo, como el manual (Scientific, 2019) recomienda lo siguiente:

- Escoger el tipo de tubo según los gases objetivo, si se conocen los gases objetivos, usar tubos forrados de teflón al tomar muestras de estos gases: cloro (Cl_2), cloruro de hidrogeno (HCl) y compuestos orgánicos volátiles (VOC). Para otros gases objetivos conocidos, se pueden usar tubos de uretano o forrados de teflón.
- Conozca la longitud de la línea de muestreo, este es un factor para lograr determinar el tiempo de muestreo, una sonda o una sonda y un tubo, asegúrese de que la longitud de la línea de muestreo no exceda la aspiración máxima de la bomba.
- Antes y después de cada muestreo de área, efectué una prueba completa de la línea de muestreo.
- Use el pulgar para bloquear el extremo de la línea de muestreo, esto debe causar una alarma de falla de bomba.
- Retire el pulgar de la abertura de tapón, una vez completado el ciclo de alarma la bomba por si sola reanuda la operación normal.

- Depende la longitud de la línea de muestreo, calcule el tiempo mínimo que recomienda para que la muestra de aire alcance los sensores del instrumento, use un tiempo base de dos minutos, y añada dos segundos por cada 30cm, de longitud de línea, observe las lecturas de gas en la pantalla, deje que se estabilicen para determinar la lectura.

3.17.2. Tiempo de muestreo mínimo para longitud de líneas de muestreo comunes

Longitud de la línea de muestreo	Tiempo de base (minutos)	+	Factor de longitud de la línea de muestreo (segundos)	=	Tiempo de muestreo mínimo (mm:ss)
3.05 m (10')	2 min	+	(10 x 2 s)	=	02:20
6.10 m (20')	2 min	+	(20 x 2 s)	=	02:40
9.14 m (30')	2 min	+	(30 x 2 s)	=	03:00
12.10 m (40')	2 min	+	(40 x 2 s)	=	03:20
15.24 m (50')	2 min	+	(50 x 2 s)	=	03:40
18.29 m (60')	2 min	+	(60 x 2 s)	=	04:00
21.34 m (70')	2 min	+	(70 x 2 s)	=	04:20
24.38 m (80')	2 min	+	(80 x 2 s)	=	04:40
27.43 m (90')	2 min	+	(90 x 2 s)	=	05:00
30.48 m (100')	2 min	+	(100 x 2 s)	=	05:20

Figura 33. Tiempo de Muestreo mínimo para longitud de líneas de muestreo comunes.
Fuente: (Scientific, 2019, pág. 36).

3.18. Limpieza

- (Scientific, 2019) Menciona varios ítems para dar limpieza al instrumento que se detallan a continuación: No utilice nunca disolventes o agentes de limpieza de ninguna clase.
- Cuando sea necesario, limpie el exterior del Ventis MX4 con un trapo suave y limpio.
- Asegúrese de que las membranas de difusión del sensor, tanto la interna como la externa, estén libres de residuos; limpie con cuidado con un trapo o cepillo suave, limpio y seco.
- Asegúrese de que la entrada del monitor de aspiración no tenga residuos.

3.19. Mantenimiento

Se proporcionan instrucciones para el buen mantenimiento de la batería, la conversión del monitor, el servicio de los sensores, mantenimiento para armar la bomba y el mantenimiento de la barrera de los sensores y de la pantalla LCD, debe consultar e identificar las piezas inherentes a las series de instrucciones para conocer los valores de los pares de apriete de los tornillos.

3.19.1. Avisos

El manual de uso del instrumento ventis MX4 (Scientific, 2019, pág. 37), detalla ciertos ítems que se deben realizar antes de cualquier tipo de mantenimiento que se detallan a continuación:

- Antes de comenzar cualquier mantenimiento, apague el monitor.
- El mantenimiento del equipo solamente debe ser realizado por personal capacitado y debe tener en cuenta las siguientes precauciones.
- Tenga cuidado de no tocar los contactos de la batería
- Realice el trabajo en un ambiente con aire fresco que no sea peligroso.
- Realice el trabajo de mantenimiento en una superficie de trabajo que no sea conductora.
- Use cintas de conexión a tierra.

3.20. Configuración de la batería alcalina

La configuración de la batería alcalina son 4 simples pasos a seguir que están detallados en el manual de uso del instrumento (Scientific, 2019) que se detallan a continuación:

- Desenganche y levante la parte articulada de la caja de la batería.
- Coloque baterías tipo AAA eergizer o duracell, de modo que el extremo negativo(-) de la batería, haga contacto con el resorte dentro de la caja de la batería, no mezcle batería de distintos tipos.
- Cuando las tres baterías AAA estén debidamente instaladas, cierre la caja de las baterías, se oirá un "clic" cuando se traben bien el enganche.
- Al reemplazar baterías, deseche las baterías descargadas según las normas de la compañía.



Figura 34. Configuración Batería Alcalina
Fuente: (Scientific, 2019, pág. 37).

3.21. Monitor de aspiración

El monitor VENTIS MX4 puede ser usado con dos tipos de baterías una de ellas es de iones de litio de larga duración y baterías alcalinas (Scientific, 2019, pág. 37).

3.22. Bomba con instalación de la batería

AVISO: APAGA EL INSTRUMENTO ANTES DE DESARMAR O EFECTUAR CUALQUIER TAREA DE SERVICIO.

Tabla 12

Instalación de la Batería

EJEMPLO	DESCRIPCION
	Desenrosque y quite la presilla, guarde la presilla, el tornillo y la arandela para su uso e futuro.
	Desenrosque, levante y quite la batería del instrumento de difusión; guárdelo para su uso en el futuro.
	Afloje el tornillo de la puerta de la bomba.

CONTINÚA 



Deslice la puerta de bomba hacia abajo.



Levante la puerta para abrir.



Instale una batería de larga duración compatible, con la etiqueta apuntada hacia arriba, en el receptáculo inferior de la caja de la bomba.



Coloque el instrumento en la caja de la bomba; apriete* los cuatro tornillos Torx en la parte trasera de la bomba.



Baje la puerta de la bomba, deslícela a su posición completamente cerrada hasta hacer clic.



Apriete* el tornillo de la puerta de la bomba.

3.23. Colocación de la puerta de la bomba

Tabla 13

Colocación de la Puerta de la Bomba.

EJEMPLO	DESCRIPCION
	<p>Afloje el tornillo de la prueba de la bomba.</p>
	<p>Deslice la puerta de la bomba</p>
	<p>La puerta está articulada en el módulo de la bomba con dos fiadores que se deslizan en muescas, incline la puerta, de modo que un fiador mueva al fondo de la muesca y el otro se mueva a la parte superior de su muesca. Levante la puerta para quitarla, instale la puerta nueva de la misma manera que se quitó la puerta.</p>
	<p>Baje la puerta de la bomba.</p>
	<p>Deslícela a su posición completamente cerrada hasta hacer clic, apriete* el tornillo de la puerta de la bomba.</p>

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 38).

3.24. Colocación de la tapa de la bomba y barrera de agua

Tabla 14

Tapa de la bomba y barrera de agua.

EJEMPLO	DESCRIPCION
	<p>Para desenroscar y quitar la tapa de la bomba, gírela a la izquierda.</p>
	<p>Quite la barrera de agua del cuerpo cilíndrico de entrada.</p>
	<p>Coloque la nueva barrera de agua dentro del cuerpo cilíndrico de entrada.</p>
	<p>El lado con la mayor superficie del filtro debe apuntar al usuario.</p>
	<p>Fije la tapa de la bomba al cuerpo cilíndrico de entrada: gírela hacia la derecha para apretar.</p>

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 39).

3.25. Monitor de difusión

El manual del monitor ventis MX4 (Scientific, 2019, pág. 39) manifiesta que dicho monitor puede usarse con cuatro tipos de baterías ventis que se enlistan a continuación:

- La batería de iones de litio. La batería de iones de litio de larga duración Slim.
- La batería de iones de litio de larga duración.
- La batería alcalina.

Tabla 15
Instalación Batería.

EJEMPLO	DESCRIPCION
	Use un destornillador Torx para aflojar los cuatro tornillos de la batería (izquierda) o la cubierta de la batería (derecha).
	Use un destornillador Torx para aflojar los cuatro tornillos de la batería (izquierda) o la cubierta de la batería (derecha).
	Levante la batería (izquierda) o la cubierta de la batería y la batería de larga duración (derecha) alejándola del instrumento.
	Levante la batería (izquierda) o la cubierta de la batería y la batería de larga duración (derecha) alejándola del instrumento.
	Para insertar la batería de larga duración, coloque primero la batería e la cubierta de la batería, cuando se coloque correctamente, se mostrara la etiqueta de la batería.
	Para insertar la batería de larga duración, coloque primero la batería e la cubierta de la batería, cuando se coloque correctamente, se mostrara la etiqueta de la batería.
	Para instalar la batería, alinéela con el instrumento.

CONTINÚA 



Use un destornillador Torx para apretar* cada uno de los cuatro tornillos a fin de fijar la batería (mostrada) o la cubierta de la batería al instrumento.

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 39).

3.26. Presilla

El equipo de medición cuenta con una presilla cuando esté desgastado, el equipo deberá fijarse bien y sujetarlo para asegurar que los portales de los sensores estén expuestos al aire, ninguna de las partes del monitor debe quedar cubierta por ropa o parte de ropa (Scientific, 2019, pág. 40).

3.27. Reemplazo de la presilla

Tabla 16

Reemplazo de la presilla.

EJEMPLO	DESCRIPCIÓN
	<p>Levante la cubierta de la presilla.</p>
	<p>Para quitar la presilla, use un destornillador Torx a fin de acceder al tornillo de la presilla, gire hacia la izquierda para aflojar el tornillo.</p> <p>Quite el tornillo, la arandela y la presilla; aparte o guarde para uso futuro.</p>
	<p>Para sujetar la presilla, ponga la arandela en el tornillo y coloque el tornillo en el agujero intermedio de la presilla, gire el tornillo a la derecha para apretar*.</p>
	<p>Para quitar la presilla, use un destornillador Torx para acceder al tornillo de la presilla, gire hacia la izquierda para aflojar el tornillo.</p>

CONTINÚA 



Para sujetar la presilla y el espaciador, cubra la plataforma de la parte inferior de la caja con el espaciador, Ponga la arandela en el tornillo y coloque el tornillo en el agujero intermedio de la presilla.



Guíe el tornillo por el agujero del espaciador y la parte inferior de la caja del instrumento, gire hacia la derecha para apretar*.

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 40).

3.28. Reemplazo del sensor, de la barrera de agua del sensor, de la pantalla LCD y del monitor vibratorio

En el manual de uso del VENTIS MX4 (Scientific, 2019, pág. 41), se proporciona un conjunto de instrucciones, que deben ser seguidas pertinentes a las tareas deseadas y tomar en cuenta lo siguiente:

- El equipo monitor tiene un tablero de circuitos de dos partes, un tablero principal y un tablero de sensor pequeño, están conectados e integrados el uno con el otro.
- La barrera del sensor del equipo se puede reemplazar como un conjunto que se ajusta en la parte superior de la caja del monitor.
- La pantalla LCD se extrae e inserta como un solo componente.

3.28.1. Desarmado del monitor

Tabla 17

Desarmado del monitor.

Desarmado del monitor. (Empiece en el paso 6 para el monitor de difusión)

- 1 Apague el monitor.
- 2 Afloje los cuatro tornillos cautivos de la parte inferior de la parte de abajo del módulo de la caja de la bomba (parte posterior del módulo).
- 3 Afloje el tornillo cautivo de la parte superior del módulo de la caja de la bomba.
- 4 Afloje el tornillo de la puerta delantera, deslice la puerta de la caja hacia abajo, levante la puerta articulada para acceder al monitor.
- 5 Levante y extraiga el monitor del módulo de la bomba; ponga el modulo a un lado.

CONTINÚA 

- 6 Coloque la pantalla del monitor con el frente hacia abajo, para un monitor de difusión, afloje los cuatro tornillos cautivos de la batería para separar la batería de la parte inferior de la caja.
- 7 Afloje los tornillos cautivos de la parte superior de la parte de debajo de la caja.
- 8 Levante para separar la parte de arriba de la caja del monitor de la parte de debajo de la caja del monitor para dejar al descubierto el conjunto del tablero de circuitos.
- 9 Extraiga el conjunto del tablero de circuitos y ponga a un lado las partes de arriba y abajo del monitor.
- 10 Separe el tablero de circuitos principal del tablero del sensor.

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 41).

3.28.2. Reemplazo de la pantalla LCD

Tabla 18

Reemplazo de la pantalla LCD.

Reemplazo de la pantalla LCD

- 1 Agarre los lados de la pantalla LCD y levante recto hasta extraerla del tablero de circuitos principal.
- 2 Para colocar correctamente la nueva pantalla LCD, alinee las clavijas en la LCD con sus receptáculos en el tablero de circuitos principal.
- 3 Ejerza presión suavemente recto hacia abajo hasta colocarla.

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 41).

3.28.3. Reemplazo de sensores

Tabla 19

Reemplazo de sensores

Reemplazo de sensores

- 1 Identifique el sensor para quitarlo.
- 2 Levante suavemente y extraiga el sensor.
- 3 Para agregar el nuevo sensor, alinee sus clavijas o conectores con los receptáculos respectivos en el tablero del sensor.
- 4 Ejerza presión hacia abajo, un ligero clic indica que el sensor esta fijamente en posición.

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 41).

3.28.4. Rearmado del tablero de circuitos

Tabla 20

Rearmado del tablero de circuitos.

Rearmado del tablero de circuitos

- 1 Vuelva a conectar el tablero de circuitos principal al tablero del sensor, alineando sus conectores.
- 2 Ejercer presión, un ligero clic indica que los tableros están bien fijados.

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 41).

3.28.5. Reemplazo del monitor vibratorio

Tabla 21

Reemplazo del monitor vibratorio.

Reemplazo del monitor vibratorio

- 1 Coloque la parte de arriba de la caja del monitor hacia abajo.
- 2 Levante el monitor vibratorio de su tabique, tiene dos secciones divididas por una arista, deseche el motor usado.
- 3 Para colocar correctamente el nuevo motor vibratorio, sus clavijas de contacto apuntan hacia el usuario y se alinean con el borde izquierdo del tabique.
- 4 Ejercer presión para ajustar en posición.

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 42).

3.28.6. Rearmado del monitor

Tabla 22

Rearmado del monitor.

Rearmado del monitor

- 1 Vuelva a colocar el conjunto del tablero
- 2 Vuelva a colocar la parte de arriba de la caja del monitor (o coloque su nueva parte de arriba de la caja).
- 3 Apriete* los dos tornillos cautivos en la parte superior de la parte de debajo de la caja del monitor.
- 4 Vuelva a colocar el monitor dentro del módulo de la bomba, el monitor aparece con la pantalla hacia arriba y su logotipo queda expuesto, su parte de abajo inferior expuesta cubre la batería, para el monitor de difusión, vuelve a colocar la batería o el conjunto de cubierto de la batería.
- 5 Apriete* los cuatro tornillos de la parte de abajo del módulo de la bomba para fijar el modulo al monitor o apriete* los cuatro tornillos cautivos de la batería para un monitor de difusión.

- 6 Cierre la compuerta del módulo de la bomba; deslícela hacia arriba para ajustarla en su lugar.
- 7 Apriete* el tornillo de la compuerta de la bomba para fijarla.
- 8 Deseche los sensores usados según las normas de la compañía.
- 9 Después de reemplazo o agregar cualquier sensor, o reemplazar la barrera de agua del sensor o la parte de arriba de la caja del monitor, realice una calibración completa.

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 42).

3.29. Diagrama tridimensional del monitor Ventis MX4

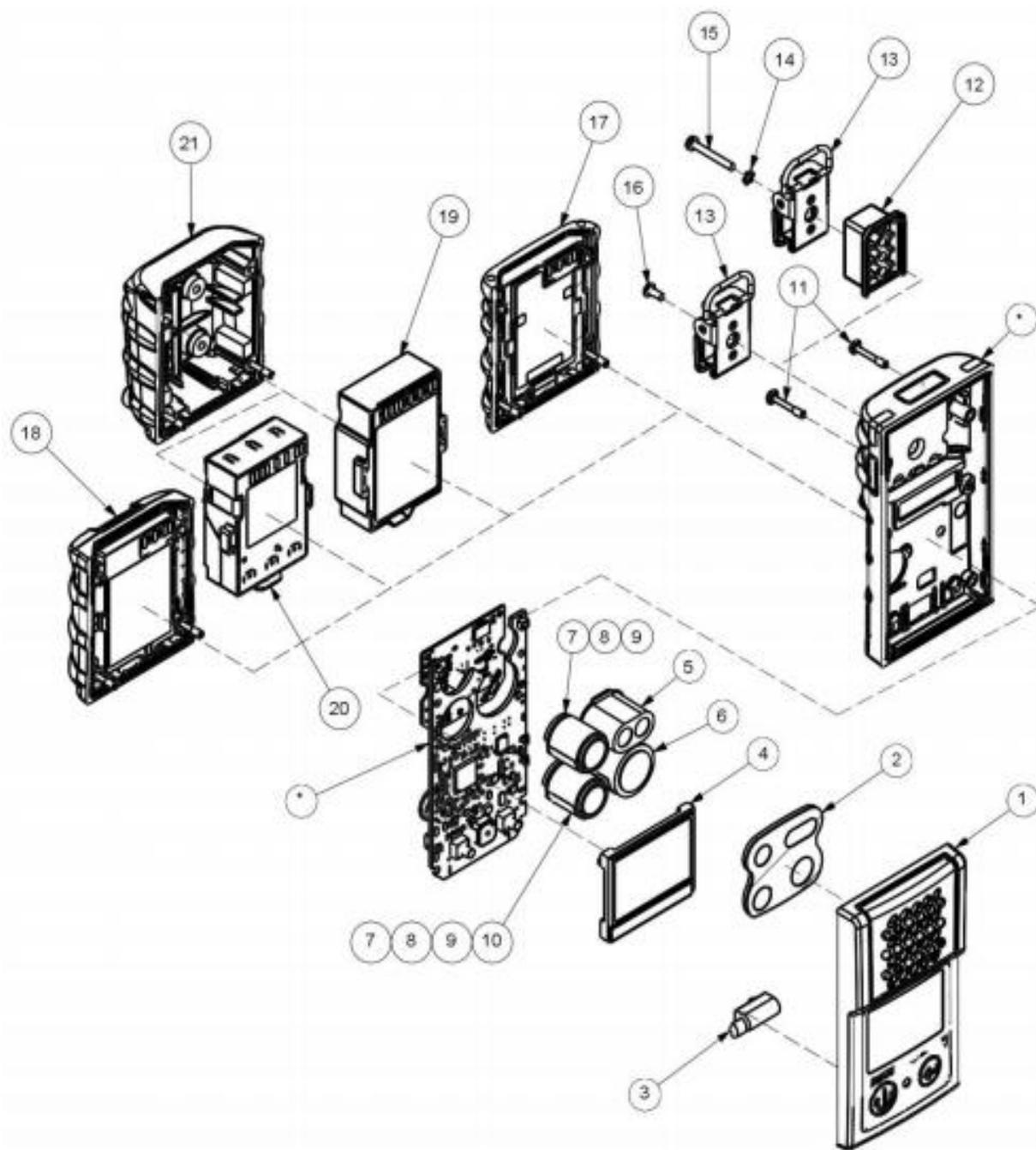


Figura 35. Diagrama Tridimensional del monitor Ventis MX4

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 43).

3.29.1. Piezas para el diagrama tridimensional del monitor Ventis MX4

Piezas para el diagrama tridimensional del monitor Ventis MX4		
Número	Número de pieza (N/P)	Descripción
1	17152380-X	Conjunto de la parte de arriba de la caja del monitor de difusión Ventis MX4 (incluye los artículos 2 y 3) X = Color de la caja, donde: 0 = Negro, 1 = Anaranjado
2	17152429	Conjunto de barrera del sensor
3	17145285	Motor vibratorio
4	17150772	Conjunto de pantalla LCD del Ventis MX4
5	17134495	Sensor de gas combustible (LEL/CH ₄) del Ventis MX4
6	17134461	Sensor de oxígeno (O ₂) del Ventis MX4
7	17134487	Sensor de monóxido de carbono (CO) del Ventis MX4
7	17155564	Sensor Ventis MX4, interferencia de monóxido de carbono/hidrógeno bajo (CO/H ₂ bajo)
8	17134479	Sensor de sulfuro de hidrógeno (H ₂ S) del Ventis MX4
9	17134503	Sensor de dióxido de nitrógeno (NO ₂) del Ventis MX4
10	17143595	Sensor de dióxido de azufre (SO ₂) del Ventis MX4
11	17147281	Tornillo cautivo de cubierta Torx (par de apriete: 55 onzas-pulg ó 0.39 N.m +/- 10%)
12	17152506**	Espaciador de presilla
13	17120528**	Presilla
14	17153137**	Arandela de bloqueo
15	17158281**	Tornillo Torx T10 (para usar con los artículos 12, 13, y 14) (Par de apriete: 125 onzas-pulg ó 0.88 N.m +/- 10%)
16	17158205	Tornillo Torx T10 (par de apriete: 125 onzas-pulg ó 0.88 N.m +/- 10%)
Baterías		
17	17134453-XY	Batería de iones de litio
18	17157350-XY	Batería de iones de litio de larga duración Slim
19	17148313-Y	Batería de iones de litio de larga duración
20	17150608-XY	Batería alcalina (Aprobado por CSA, China KA y China MA para monitor de difusión solamente)
21	17151184-XY**	Cubierta de la batería (para usar con una batería de larga duración)
<p>Vea <i>Números de pieza y opciones de la batería</i> para obtener los números de pieza de pedidos.</p> <p>Par de apriete del tornillo: 0.39 N-m (55 onzas fuerza-pulg)</p>		
<p>* El artículo en el diagrama no es reemplazable por el usuario. Para reemplazar este artículo se debe enviar el monitor Ventis MX4 a un Centro de Servicio Autorizado de ISC.</p> <p>** Disponible en un juego de conversión – VTSB-2XY (número de pieza de pedido); al convertir un monitor de aspiración en un monitor de difusión con una batería de iones de litio recargable de larga duración o una batería alcalina. (Baterías vendidas por separado).</p>		

Figura 36. Piezas diagrama tridimensional del monitor Ventis MX4.

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 44).

3.30. Diagrama tridimensional de módulo de bomba del Ventis MX4

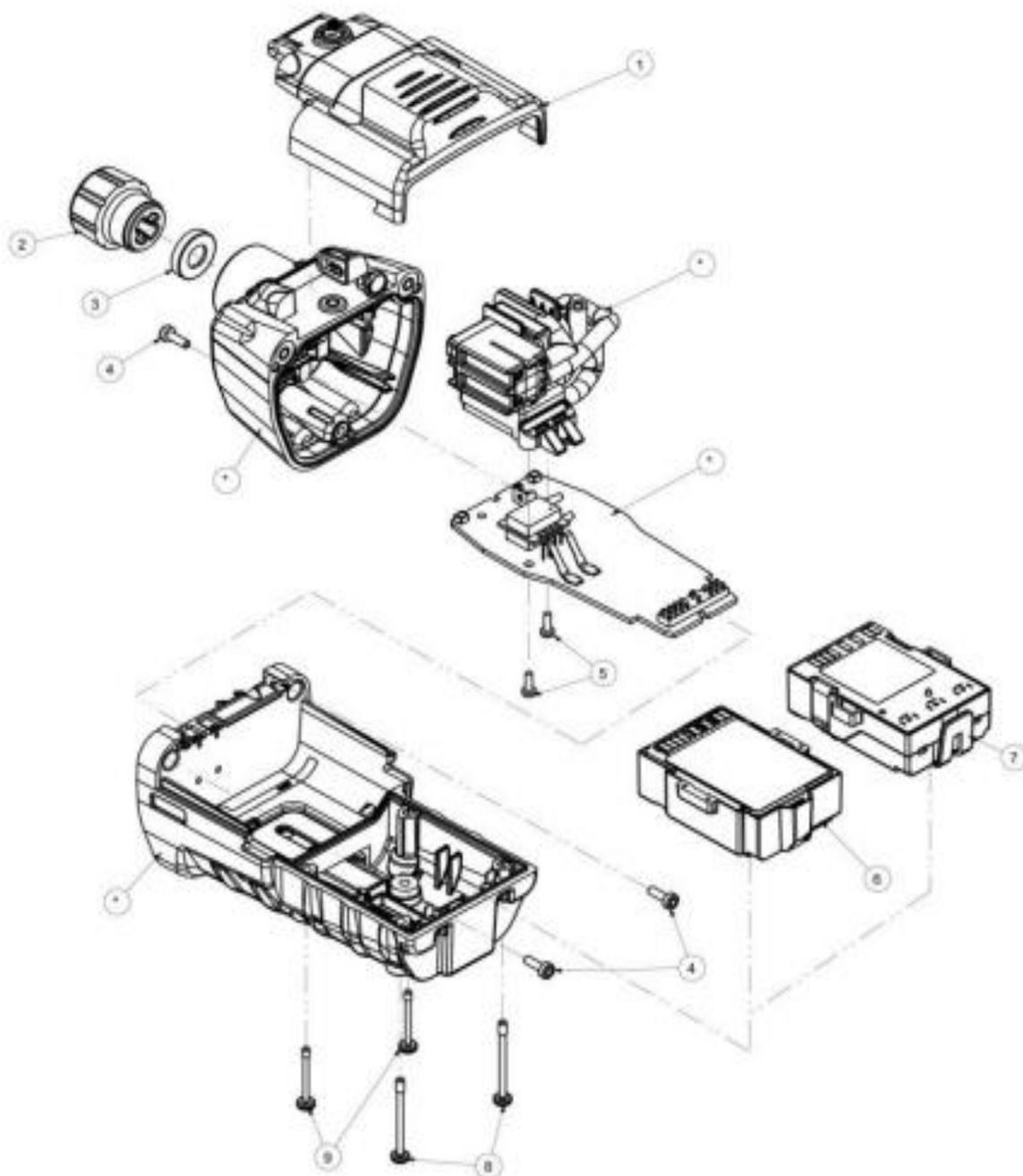


Figura 37. Diagrama tridimensional de módulo de bomba del Ventis MX4.

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 46).

3.31. Piezas para el diagrama tridimensional del módulo de bomba del Ventis MX4

Piezas para el diagrama tridimensional del módulo de bomba del Ventis MX4		
Número	Número de parte (N/P)	Descripción
1	17151150-X0	Conjunto de la compuerta de la bomba del Ventis MX4 X = Color de conjunto de compuerta de bomba, donde: 0 = Negro, 1 = Anaranjado (Par de apriete del tornillo cautivo: 55 onzas-pulg ó 0.39 N.m +/- 10%)
2	17129909	Tapa del filtro de entrada de la bomba
2	17141581	Tapa de filtro de entrada de la bomba para usar la sonda ampliable de 6 pies
2	17141599	Tapa de filtro hembra NPT de 1/8
3	17152395	Barrera de agua
4	17151275	Tornillo Torx (par de apriete: 55 onzas-pulg ó 0.39 N.m +/- 10%)
5	17052558	Tornillo (par de apriete: 25 onzas-pulg ó 0.17 N.m +/- 10%)
6	17148313-Y	Batería de iones de litio de larga duración Y = Aprobación, donde: 1 = UL, CSA, ATEX, IECEX, INMETRO, GOST-R, GOST-K, KOSHA y TIIS* 2 = MBHA 3 = China Ex 4 = ANZEX *Para instrumentos aprobados por TIIS: No use para la medición de concentraciones de oxígeno excepto para mezclas de aire y gas inflamable, o vapor y gas tóxico.
7	17150608	Batería alcalina: Aprobaciones UL, ATEX, IECEX, ANZEX e INMETRO (Aprobado por CSA, China KA y China MA para monitor de difusión solamente)
8	17151028	Tornillo cautivo de caja Torx (par de apriete: 55 onzas-pulg ó 0.39 N.m +/- 10%)
9	17151036	Tornillo cautivo de caja Torx (par de apriete: 55 onzas-pulg ó 0.39 N.m +/- 10%)
* Artículo no reemplazable por el usuario. Para reemplazar este artículo, se debe enviar el módulo de bomba del Ventis MX4 a un Centro de Servicio Autorizado de ISC.		

Figura 38. Piezas diagrama tridimensional módulo de bomba del Ventis MX4.

Fuente: (Scientific, 2019, págs. 46-47).

3.32. Productos, especificaciones y certificaciones

3.32.1. Piezas y accesorios del Ventis MX4

Tabla 23

Piezas y accesorios del Ventis MX4.

Sensores, barrera de sensor, motor vibratorio, pantalla LCD y vaso de calibración.	
17134495	Sensor de gas combustible
17134461	Sensor de oxígeno (O ₂) del ventis MX4
17134487	Sensor de monóxido de carbono (CO) del ventis MX4.
17155564	Sensor ventis MX4, interferencia de monóxido de carbono (CO)
17134479	Sensor de sulfuro de Hidrogeno (H ₂ S) del ventis MX4

CONTINÚA 

17134503	Sensor de dióxido de nitrógeno (NO ₂) del ventis MX4
17143595	Sensor de dióxido de azufre (SO ₂) del ventis MX4
17152380-X	Conjunto de parte superior de la caja para monitor de difusión, X= color de la parte superior de la caja, donde 0= Negro; 1= Anaranjado.
17152429	Conjunto de barrera del sensor
17145285	Motor vibratorio
17150772	Conjunto de pantalla LCD del Ventis MX4
17152455	Conjunto de vaso de calibración Ventis, tapa de calibración con tubo
17152455	Vaso de calibración Ventis

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 47).

3.32.2. Especificaciones del monitor

Tabla 24

Especificaciones del monitor.

Artículo	Descripción		
Pantalla	Pantalla de cristal líquido (LCD) con iluminación de fondo		
Botones	Dos (ENCENDIDO/APAGADO/MODALIDAD e INTRO)		
Caja del monitor	Policarbonato con caucho sobre moldeado protector contra las descargas electroestáticas.		
Alarmas	LED ultra brillantes, alarma audible alta (95dB a 30cm) y alarma vibratoria.		
Peso y tamaño	Difusión con iones de litio (típico)	Difusión con iones de litio de larga duración Slim (típico)	Aspiración con iones de litio de larga duración (típico)
Tamaño	103 mm x 58 mm x 30 mm	103 mm x 58 mm x 36mm	172 mm x 67 mm x 66 mm
Peso	182 g (6.4 onzas)	207 g (7.3 onzas)	380 g (13.4 onzas)

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 47).

3.32.3. Especificaciones de la batería

Las especificaciones de la batería se mostraran en la parte de abajo en la cual incluye el tiempo de funcionamiento, el tiempo de carga, requisitos de temperatura de carga y duración aproximada (Scientific, 2019, pág. 48).

	Baterías recargables (número de pieza)			Baterías reemplazables (número de pieza)
	Batería de iones de litio	Batería de iones de litio de larga duración Slim	Batería de iones de litio de larga duración	Batería alcalina
	(VTSB-1XY ^c)	(VTSB-4XY ^c)	(VTSB-2XY ^c)	(VTSB-3XY ^c)
Tiempo de funcionamiento ^a Difusión	12 horas	18 horas	20 horas	8 horas
Tiempo de funcionamiento ^a Aspiración	–	–	12 horas	4 horas
Tiempo de carga ^b	hasta 5 horas	hasta 7 horas	hasta a 7.5 horas	–
Temperatura ambiente requerida para cargar	0 °C – 40 °C (32 °F – 104 °F)	0 °C – 40 °C (32 °F – 104 °F)	0 °C – 40 °C (32 °F – 104 °F)	–

Figura 39. Especificaciones de la batería
Fuente: (Scientific, 2019, pág. 48).

3.32.4. Condiciones de operación

Tabla 25

Condiciones de operación

Tiempo de calentamiento	40 segundos (incluye el tiempo de estabilización)
Gama de temperaturas	-20 °C a + 50 °C (-4 °F a + 122 °F)
Gama de húmedas	15% - 95% de humedad relativa
Gama de presiones	1 atmósfera ± 20%

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 48).

3.32.5. Operación a bajas temperaturas

El manual del monitor ventis MX4 (Scientific, 2019, pág. 48), manifiesta que debe tener cuidado al operar el equipo de medición a temperaturas inferiores a -20°C (-4°F), esto puede disminuir la legibilidad de la pantalla, para apoyar la funcionalidad y la corriente de la batería dispone y recomienda las siguientes prácticas:

- No operar el instrumento a temperaturas que no estén comprendidas en las gamas de temperatura de los sensores instalados.
- Use baterías de iones de litio compatibles completamente cargadas.
- Antes de usar el equipo de medición en un entorno de bajas temperaturas, enciéndalo en un entorno de calentamiento.
- Operar el instrumento de medición de forma alterativa en un entorno a bajas temperaturas y de calentamiento.
- No opere el instrumento sin una persona.

3.32.6. Condiciones de almacenamiento

Tabla 26

Condiciones de Almacenamiento.

Gama de temperaturas	0 °C – 25 °C (32 °F – 77 °F)
Gama de humedades	40%-70% de humedad relativa (HR) sin condensado
Gama de presiones	0.9-1.1 atmósferas
Tiempo máxima	Hasta 6 meses

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 49).

3.32.7. Especificaciones de los sensores

Nombre del gas	Símbolo	Escala de medición	Resolución	Precisión para tiempo y temperatura de calibración*	Tiempo de respuesta (típico) T50	Tiempo de respuesta (típico) T90
Oxígeno	O ₂	0% a 30% vol.	0.1% vol.	± 0.5%	15	30
Monóxido de carbono con interferencia de H ₂ bajo	CO/H ₂ bajo	0 – 1000 ppm	1 ppm	± 5% (0-300 ppm) ± 15% (301-1000 ppm)	8	17
Monóxido de carbono	CO	0 a 1000 ppm	1 ppm	± 5%	15	50
Sulfuro de hidrógeno	H ₂ S	0 a 500 ppm	0.1 ppm	± 5%	15	30
Dióxido de nitrógeno	NO ₂	0 a 150 ppm	0.1 ppm	± 10%	10	30
Dióxido de azufre	SO ₂	0 a 150 ppm	0.1 ppm	± 10%	20	80
Combustible	LEL	0% a 100%	1%	± 5%	15	35
Metano	CH ₄	0% a 5% vol.	0.01% vol.	± 5%	15	35

*La especificación de precisión por cada sensor es ± el porcentaje indicado o 1 unidad de resolución, lo que sea mayor.

Figura 40. Especificaciones de los sensores.

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 49).

3.32.8. Sensibilidades de los sensores de gas tóxico

Gas objetivo	Sensor												
	CO	CO (H2 bajo)	H2S	SO2	NO2	Cl2	ClO2	HCN	HCl	PH3	NO	H2	NH3
CO	100	100	1	1	0	0	0	0	0	0	0	20	0
H2S	5	5	100	1	-40	-3	-25	10	300	25	10	20	25
SO2	0	5	5	100	0	0	0	—	40	—	0	0	-40
NO2	-5	5	-25	-165	100	45	—	-70	—	—	30	0	-10
Cl2	-10	0	-20	-25	10	100	60	-20	6	-20	0	0	-50
ClO2	—	—	—	—	—	20	100	—	—	—	—	—	—
HCN	15	—	10	50	1	0	0	100	35	1	0	30	5
HCl	3	—	0	5	0	2	0	0	100	0	15	0	0
PH3	—	—	—	—	—	—	-100	425	300	100	—	—	—
NO	25	40	1	1	5	—	—	-5	—	—	100	30	0
H2	22	3	0.1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	100	0
NH3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

La Tabla de sensibilidades de sensores (arriba) refleja la respuesta de porcentajes proporcionada por el sensor (fila superior) cuando se expone a una concentración conocida del gas objetivo (columna 1).

Figura 41. Sensibilidad de los sensores de gas tóxico

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 49).

De la figura 40 se tomara en cuenta lo siguiente mencionado en el manual del medidor ventis MX4 (Scientific, 2019, pág. 50), son parámetros importantes de tener en cuenta para el correcto uso de los sensores:

Los números medidos en estas condiciones medioambientales: 20 oC (68oF), 50% de HR y 1 atmósfera, los datos de interferencia especificados se aplican a sensores nuevos solamente, y pueden variar con el tiempo así como de sensor en sensor.

__ significa que no hay datos disponibles, la figura 40 indica como referencia solamente y está supeditada a cambios.

3.32.8. LEL y factores de correlación de LEL para gases combustibles

Tabla 27

Factores de correlación LEL

Gas de muestra	LEL (%vol)	Factores de correlación de LEL					
		Gas de calibración					
		Butano	Hexano	Hidrógeno	Metano	Pentano	Propano
Acetona	2.5%	1.00	0.70	1.70	1.70	0.90	1.10
Acetileno	2.5%	0.70	0.60	1.30	1.30	1.00	0.80
Benceno	1.2%	1.10	0.80	1.90	1.90	0.83	1.20
Butano	1.9%	1.00	0.58	1.78	1.67	0.70	1.03
Etano	3.0%	0.80	0.60	1.30	1.30	0.74	0.80
Etanol	3.3%	0.89	0.52	1.59	1.49	0.70	0.92
Etileno	2.7%	0.80	0.60	1.40	1.30	1.42	0.90
Hexágono	1.1%	1.71	1.00	3.04	2.86	0.47	1.77
Hidrogeno	4.0%	0.56	0.33	1.00	0.94	1.00	0.58
Isopropanol	2.0%	1.10	0.90	2.00	1.90	0.50	1.20
Metano	5.0%	0.60	0.35	1.06	1.00	0.60	0.62
Metanol	6.0%	0.60	0.50	1.10	1.10	1.84	0.70
Nonano	0.8%	2.22	1.30	3.95	3.71	1.00	2.29
Pentano	1.4%	1.21	0.71	2.15	2.02	0.80	1.25
Propano	2.1%	0.97	0.57	1.72	1.62	1.10	1.00
Estireno	0.9%	1.30	1.00	2.20	2.20	1.26	1.40
Tolueno	1-1%	1.53	0.89	2.71	2.55	1.30	1.57
Xileno	1.1%	1.50	1.10	2.60	2.50	1.30	1.60
JP-4	-	-	-	-	-	1.20	-
JP-5	-	-	-	-	-	0.90	-
JP-8	-	-	-	-	-	1.50	-

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 50)

Se debe tomar en cuenta la tabla 27 perteneciente al manual del Ventis MX4 (Scientific, 2019, pág. 50) lo siguiente:

La tabla de arriba proporciona el LEL para gases combustibles seleccionados*, también proporciona factores de correlación que ayudan al técnico de seguridad y al operador del

instrumento a determinar el porcentaje real de LEL. El documento (Scientific, 2019) manifiesta que por ejemplo, si la unidad lee 10% de LEL en una atmosfera de pentano, y se calibro para metano, el porcentaje real de LEL se determina de la siguiente manera:

- Localizar en el cuadro de la tabla donde el gas de muestra (pentano) se cruce con el gas de calibración (metano).
- Multiplique el valor del cuadro (2.02) por la lectura del LEL de la unidad (10%) para calcular la concentración real del 20.2% de LEL.

lista anteriormente mencionada de gases combustibles no es una lista completa de todos los gases combustibles que puede detectar el monitor Ventis MX4, es recomendable obtener información adicional sobre detección de gases combustibles y el Ventis MX4, póngase en contacto con el departamento de servicio técnico de Industrial Scientific (Scientific, 2019, pág. 50)

3.33. Certificaciones

Las certificaciones para el equipo de medición multigas Ventis MX4™, en el momento de la publicación del documento, se muestra la siguiente figura donde constan las certificaciones de áreas peligrosas, para poder determinar las clasificaciones de áreas peligrosas para la que se certifica un instrumento o equipo, consulte su etiqueta o el pedido del instrumento (Scientific, 2019, pág. 51).

3.33.1. Certificaciones de áreas peligrosas 1

Organismo de certificación (CB)	Clasificaciones de áreas	Gama de temperaturas aprobadas	Normas
ANZEx	Ex ia s Zona 0 I/IIC, Clase de temperaturas T4	-20 °C a +50 °C (-4 °F a +122 °F)	AS/NZS 60079.0: 2005 AS/NZS 60079.11: 2006 AS/NZS 1826: 2008 IEC 60079-0: 2011 IEC 60079-11: 2011
ATEX ^a	Ex ia IIC, nivel de protección de equipos Ga, Clase de temperaturas T4; Ex ia I, nivel de protección de equipos Ma; Grupo y Categoría de Equipos II 1G y I M1	-20 °C a +50 °C (-4 °F a +122 °F)	EN 60079-0:2012 y A11: 2013 EN 60079-11: 2012 EN 50303: 2000
China Ex	Ex ia IIC, nivel de protección de equipos Ga, Clase de temperaturas T4; Ex ia d I Mb	-20 °C a +50 °C (-4 °F a +122 °F)	GB 3836.1: 2010 GB 3836.20: 2010 GB 3836.4: 2010
China CMC	Aprobación de Metrology	-20 °C a +50 °C (-4 °F a +122 °F)	—
China MA	Aprobado con minas subterráneas con CO, H ₂ S, O ₂ y CH ₄ (difusión con batería 17134453 solamente).	-20 °C a +50 °C (-4 °F a +122 °F)	—
CSA	Clase I, Grupos A, B, C y D, Clase de temperaturas T4 Ex d ia IIC, Clase de temperaturas T4	-20 °C a +50 °C (-4 °F a +122 °F)	CSA C22.2 N° 157 CSA C22.2 N° 152 CSA C22.2 N° 60079-0 CSA C22.2 N° 60079-1 CSA C22.2 N° E60079-11
GOST EAC	PBExiadl X / 1ExiadlIIC T4 X Aprobación de GOST-R Metrology, GOST-K Metrology	-20 °C a +50 °C (-4 °F a +122 °F)	GOST P 51330.0 GOST P 51330.1 GOST P 51330.10 GOST P 51330.20 GOST P 24032
IECEX ^a	Ex ia IIC, nivel de equipos de protección Ga, Clase de temperaturas T4	-20 °C a +50 °C (-4 °F a +122 °F)	IEC 60079-0: 2011 IEC 60079-11: 2011
INMETRO	Ex ia IIC, nivel de equipos de protección Ga, Clase de temperaturas T4	-20 °C a +50 °C (-4 °F a +122 °F)	ABNT NBR IEC 60079-0: 2013 ABNT NBR IEC 60079-11: 2013
KOSHA	Ex d ia IIC, Clase de temperaturas T4	-20 °C a +50 °C (-4 °F a +122 °F)	IEC 60079-0: 2007 IEC 60079-1: 2007 IEC 60079-11: 2006
MASC	SANS 1515-1; Tipo A; Ex ia I/IIC, Clase de temperaturas T4	-20 °C a +50 °C (-4 °F a +122 °F)	—

Figura 42. Certificaciones de áreas peligrosas 1

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 51).

3.34. Certificaciones de áreas peligrosas 2

Organismo de certificación (CB)	Clasificaciones de áreas	Gama de temperaturas aprobadas	Normas
MED	Directiva Marina MED 2014/90/EU	-20 °C a +50 °C (-4 °F a +122 °F)	
MSHA ^b	30 CFR Parte 22; Permisible para minas subterráneas (iones de litio solamente)	–	30 CFR Parte 22
UL	Clase I, División 1, Grupos A, B, C y D, Clase de temperaturas T4 Clase II, Grupos F y G Class I, Zone 0, AEx ia IIC, Clase de temperaturas T4	-20 °C a +50 °C (-4 °F a +122 °F)	UL 913 8ª ed. UL 60079-0 6ª ed. UL 60079-11 6ª ed.

^aLos requisitos de las marcas se reproducen en la sección de abajo.

^bMSHA requiere calibrar el monitor según lo procedimientos en el manual de producto solamente. MSHA también requiere que el monitor muestre metano en la modalidad de porcentaje por volumen (0-5%) para las determinaciones de cumplimiento requeridas por 30 CFR Parte 75, subparte D.

Figura 43. Certificaciones de áreas peligrosas 2

Fuente: (Scientific, 2019, pág. 52).

3.35. Mediciones con el equipo Ventis MX4

3.36. Medición SANLIC S.A

3.36.1. Descripción del área de la empresa

Fuente San Felipe SANLIC S.A es una empresa ubicada en la ciudad de Latacunga parroquia Eloy Alfaro barrio San Felipe su actual actividad empresarial es la de embotellado de agua mineral, cuenta con 68 trabajadores que laboran una sola jornada de lunes a viernes.

Dicha medición con el monitor Ventis MX4 se realizó en el lugar de trabajo de limpieza de las fuentes, perteneciente al área de mantenimiento de la empresa Fuente de agua San Felipe SANLIC S.A, esta área se encuentra al norte de la entrada principal de la empresa, en la actualidad solo una persona está encargada de realizar esta actividad.

3.36.2. Descripción de procesos del área

- Colocarse los EPP.
- Ingresar cuidadosamente a la fuente.
- Dar limpieza a la fuente con un cepillo.

3.36.3. Mediciones

La organización mundial de la salud ha fijado en 9 ppm el límite de tolerancia para el monóxido de carbono, al momento de realizar las mediciones en el área de mantenimiento se obtuvo como resultado 57ppm de CO, de igual manera el oxígeno en el ambiente debe estar en un 20,9% vol la cual en el área de limpieza de las fuentes de dicha empresa se evaluó con el monitor Ventis MX4 y como resultado nos dio un 15,4% vol, esto produce al trabajador asfixia, por presentar altos niveles de monóxido de carbono y deficiencia de oxígeno



Figura 44. Medición SANLIC S.A

Tabla 28
Medición SANLIC S.A

SENSORES	VALORES NORMALES	DATOS DE MEDICIÓN
H ₂ S	-	-
CO	9ppm	0,57 ppm
LEL	-	-
O ₂	20,9%	14,4%

3.37. Medición estación de petróleos y servicios FENIX 1

Como su nombre lo dice es una estación de servicios pétreo, en este tipo de empresas siempre existirá el peligro latente de atmósferas explosivas, está ubicada en la ciudad de Latacunga vía Salcedo en la panamericana sur km 5 ½, cuenta con 12 trabajadores entre ellos gerencia y despachadores, da servicio de lunes a domingo las 24 horas, dicha empresa nos dio facilidad para realizar las mediciones que se detallaran a continuación:

Los datos recopilados por el equipo de medición Ventis MX4 al momento del desembarque de combustible en los tanques de los vehículos son los siguientes: 01.2 ppm de H₂S (Ácido Sulhídrico), 259ppm de CO (Monóxido de Carbono), 20,7% de O₂ (Oxigeno) y por último el límite inferior de explosión (LEL) con un 100%.



Figura 45. Medición FENIX 1

Tabla 29
Medición FENIX 1

SENSORES	VALORES NORMALES	DATOS DE MEDICIÓN
H ₂ S	Ver tabla	01.2 ppm
CO	9ppm	259 ppm
LEL	0 a 100 %	100% LEL
O ₂	20,9%	20,7%

3.38. Medición estación de petróleos servicios FENIX 2

Los datos recopilados por el equipo de medición Ventis MX4 al momento del desembarque de combustible en los tanques de los vehículos son los siguientes: 00.5 ppm de H₂S (Ácido Sulhídrico), 109 ppm de CO (Monóxido de Carbono), 15,4% de O₂ (Oxígeno) y por último el límite inferior de explosión (LEL) con un 100%.



Figura 46. Medición FENIX 2

Tabla 30
Medición FENIX 2

SENSORES	VALORES NORMALES	DATOS DE MEDICIÓN
H ₂ S	Ver tabla	00.5 ppm
CO	9ppm	109 ppm
LEL	0 a 100 %	100% LEL
O ₂	20,9%	15,4%

3.39. Medidas de control por puestos de trabajo

Tabla 31.
Medidas de control

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS DE CONTROL	
MEDICIÓN SANLIC	Área / proceso	Mantenimiento	Realizar la limpieza siempre acompañado de otro trabajador.
	Puesto de trabajo	Limpieza de la fuente de agua	
	Actividad	Realizar la limpieza de la fuente	Se debe ingresar a realizar la limpieza de la fuente de agua con un equipo de respiración autógena.
	Peligros: Gases y vapores	Tipo de riesgo: Químico	Usar correctamente los equipos de protección individual.
MEDICIÓN FENIX 1	Área / proceso	Ventas	Evitar usar aparatos, equipos que produzcan chispa.
	Puesto de trabajo	Despachador	
	Actividad	Despachar gasolina extra al cliente	No utilizar el teléfono celular.
	Peligros: Gases y vapores	Tipos de riesgo: Químico	Utilizar correctamente los equipos de protección individual.
	Locativo	Condiciones de seguridad	Dar orden y aseo al lugar de trabajo. Pida de forma educada al cliente apague el automotor. Prohibido fumar cigarrillos normales o eléctricos.
MEDICIÓN FENIX 2	Área / proceso	Almacenamiento de combustibles	Evitar usar aparatos, equipos que produzcan chispa.
	Puesto de trabajo	Revisión tanques reservorios	No utilizar el teléfono celular.
	Actividad	Llenar los reservorios cuando llegue el tracto camión abastecer de combustibles.	Utilizar correctamente los equipos de protección individual.

CONTINÚA 

Peligros: Gases y vapores	Tipos de riesgo: Químico		Dar orden y aseo al lugar de trabajo.
Locativo	Condiciones de seguridad	de	Pida de forma educada al cliente apague el automotor. Prohibido fumar cigarrillos normales o eléctricos. Verificar el estado de tuberías.

3.40. Tabla de (LEL) Límite inferior de explosión

Tabla 32

Límite de exposición LEL

Límite de exposición (ppm)	Efectos a la salud
0.008-0.2	Umbral respiratorio se detecta olor a huevo podrido
20	Olor a fuga de gas/tolerancia durante algunas horas sin daño
20-50	Irritación ocular
50	Exposición prolongada puede causar faringitis o bronquitis
60	Exposición prolongada puede causar conjuntivitis y dolor de ojos
150+	Irritación del tracto respiratorio superior, sensación de pérdida de olfato
250	Edema pulmonar con riesgo de muerte
500	Muy peligroso, se debe evacuar mucho antes de llegar a este nivel
1000	Pérdida de conciencia
1000-2000	Intoxicación aguda, los síntomas incluye respiración agitada, angustia, náusea y vómito, puede ser rápidamente seguido de pérdida de conciencia, coma y paro respiratorio
2000+	Perdida inmediata de conciencia y alta probabilidad de muerte

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Del análisis en el presente estudio, así como la información y datos levantados, se desprende las siguientes conclusiones:

- Se usó el monitor de gases Ventis MX4, para evaluar el ambiente de trabajo en diferentes empresas, esto servirá de ayuda para los estudiantes realicen las prácticas de laboratorio.
- Se estableció resultados de mediciones, las cuales reflejan daños perjudiciales para el ser humano y el ambiente laboral.
- Se implementó el equipo de medición de gases Ventis MX4 para el desarrollo de prácticas de laboratorio y prácticas pre profesionales de los estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas.

4.2. Recomendaciones

- Dar el correcto uso y mantenimiento al equipo de medición de gases Ventis MX4.
- Realizar calibraciones periódicas para obtener mejores resultados. (las calibraciones deben realizarse por personal de Degso especialistas en el equipo).
- Dar limpieza al monitor de gas solo con una franela húmeda, no con aditivos estos pueden alterar el funcionamiento de los sensores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador. (2008). Ecuador.

- Bravo, K. A. (Diciembre de 2014). *Repositorio ESPE*. Recuperado el Octubre de 2019, de Historia de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE: <http://www.repositorio.espe.edu.ec>
- Cárdenas, M. I. (2015). *Determinantes de Riesgos Físicos de Niveles de Explosión a Atmosferas Explosivas*. Cayambe, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 24 de Octubre de 2019
- CASELLA. (2011). *Seguridad Industrial, Casella*. Madrid, Las Rosas, España. Recuperado el 16 de Octubre de 2019, de www.casella-es.com
- Cepyme. (2016). *Guía Técnica para la Seguridad y Salud en Atmósfera Explosivas*.
- Comunidad Andina. (2005).
- Decreto Ejecutivo 2393. (1986). Quito.
- Galbarro, H. R. (2019). *Ingemecánica*. Recuperado el 22 de Octubre de 2019, de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn247.html>
- Garcia, D. S. (2013). *Atmósferas Explosivas en la Fabricación y Reparación de Submarinos*. Cartagena, Colombia. Recuperado el 24 de Octubre de 2019, de <http://repositorio.upct.es/handle/10317/3623>
- Granados, J. F. (20 de Marzo de 2016). TRABAJOS EN EL INTERIOR DE UN SILO - ESPACIOS CONFINADOS Y ATMOSFERAS EXPLOSIVAS. *Prevencionar.com*. Recuperado el 24 de Octubre de 2019, de <https://prevencionar.com/2016/03/20/trabajos-interior-silo-espacios-confinados-atmosferas-explosivas/>
- IESS. (2016).
- Insst.es. (2019). Recuperado el 10 de Diciembre de 2019, de <https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+derivados+de+atm%C3%B3sferas+explosivas+en+el+lugar+de+trabajo/d54dcb4f-2814-4b12-a591-ba9be3b4b0da>
- Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*. (2004).
- ISO/IEC 80079-34:2011, I. (2014). *Atmosferas Explosivas. Parte 34*. Ecuador.
- ISO/IEC, P. 3. (2011). *Explosive Atmospheres (Vols. 80079-34-10)*.

- Moreira, C. R. (2018). *Diseño de un Manual de Prevención Ante la Presencia de Atmósferas Explosivas ATEX*. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de <http://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2801/20/TESIS%20MANUAL%20DE%20PREVENCION%20ANTE%20LA%20PRESENCIA%20DE%20ATEX%20Y%20POLVOS%20COMBUSTIBLES%20BAJO%20NORMATIVA%20SEVESO%20CAPITULOS.pdf>
- Pasillas, J. C. (26 de Abril de 2016). EXPLOSIÓN EN LA PLANTA PETROQUÍMICA DE PAJARITOS VERACRUZ. *Prevencionar.com.mx*. Recuperado el 24 de Octubre de 2019, de <http://prevencionar.com.mx/2016/04/26/explosion-la-planta-petroquimica-pajaritos-nuevamente-muerte-destruccion/>
- Prevencion.umh.es*. (2019). Recuperado el 10 de Diciembre de 2019, de <https://prevencion.umh.es/files/2018/07/Aplicacion-ATEX-soldaduras-1.pdf>
- Ramón, C. F. (2004). *Equipos e instalaciones en atmosferas explosivas*. Madrid.
- Real Decreto 681*. (2003). Madrid, España.
- S/A. (2014). *DEGSO*. Obtenido de <http://www.degso.com/producto/ventis-mx4/>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certificatio INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/indicador-co2-soundair.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certificatio INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/monitor-ozono-voc-sm70.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 19 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://labtestcert.com/iecex-certification/?lang=es>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 19 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-automocion/auto-refrigerante.htm>

- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 19 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-instruments.com/espanol/?action=Query&-query.&query.katalog.key=70073&query.stichwort=gd-383+medidor-gases&query.mode=OR>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-polvo/medidor-calidad-aire-pce-rcm-12.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/medidor-gas-mf420.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/medidor-cov-pce-voc-1.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/detector-de-gases-gasman-c.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/medidor-formaldehido-hfx105.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PEC Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/detector-fugas-gas-gs-400.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/comprobador-ozono-aq.htm>

- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-registrador/registrador-cdl210.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/indicador-co2-aircontrol-observer.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/medidor-de-gases-iaq.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/analizador-combustion-sprint.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/gas-monitor-aq-940s.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/central-alarma-gas-gasflag.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/medidor-de-gas-mf-420ir.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/images/medidor-gas-mf420-ir.jpg>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-instruments.com/espanol/?action=Query&-query.&query.katalog.key=70073&query.stichwort=clip+sgd&query.mode=OR>

- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/detector-multigas-t4.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/medidor-de-gas-gasmann.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/medidor-de-gas-mini-tetra.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/medidor-gases-gas-pro.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/medidor-de-gases-co2-cs.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 22 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/medidor-calidad-aire-pce-ga70.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *LABTEST Certification INC*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-gases/medidor-co2-c1100.htm>
- S/A. (30 de Septiembre de 2014). *PCE Instruments en Web*. (E. d. explosivas, Productor) Obtenido de PCE Iberica S.L: <https://www.pce-instruments.com/espanol/?action=Query&query.katalog.key=70073&query.stichwort=gd-383+medidor-gases&query.mode=OR>
- S/A. (28 de Marzo de 2016). *Codigo de Trabajo*. Obtenido de <http://www.ecuadorlegalonline.com/laboral/codigo-de-trabajo/>

Scientific, I. (2019). *Manual del Producto*. Obtenido de https://www.indsci.com/globalassets/documents/ventis-mx4/product-manual/17152357-3-ventis-mx4-product-manual_es.pdf

SEVESO III. (2015). Madrid.

UNASUR. (2012). *Consejo de Defensa Suramericano*. Recuperado el 25 de Octubre de 2019, de http://unasur.midena.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=247&Itemid=15

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. (2019). Recuperado el 28 de Octubre de 2019, de Sede Latacunga: <https://espe-el.espe.edu.ec/historia/>

Volcanico, R. I. (5 de Noviembre de 2019). *IVHHN*. Obtenido de <https://www.ivhhn.org/es/guidelines/guia-sobre-gases-volcanicos/hidrogeno-de-sulfuro>

ANEXOS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD
MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE
CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por el señor **CAMINO ACOSTA BRYAN GERMÁN**.

En la ciudad de Latacunga a los 23 días del mes de diciembre del 2019.

Aprobado por:

ING. OLOVACHA TOAPANTA WILSON SANTIAGO
DIRECTOR DEL PROYECTO



ING. SAAVEDRA ACOSTA ROBERTO
DIRECTOR DE LA CARRERA



ABG. PLAZA CARILLO-SARITA JOHANA
SECRETARIA ACADÉMICA