

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

APROBACIÓN		
Nombre y cargo	Órgano o Unidad Orgánica	Firma y sello
Aprobado por: Miriam Alegría Zevallos Gerenta General	Gerencia General	[MALEGRIA]

CONTROL DE CAMBIOS		
Versión	Sección del Procedimiento	Descripción del cambio
00 ¹	-	Versión inicial del procedimiento
01 ²	Base normativa, definiciones, formatos e instructivos	Precisiones en la base normativa, y definiciones, se incluye los formatos PM0313-21 y PM0313-22 y el instructivo I-DEAM-PM0313-22.

¹ Aprobado mediante Resolución de Gerencia General N° 00104-2023-OEFA/GEG del 29 de diciembre de 2023.

² **Aprobado mediante Resolución de Gerencia General N° 00071-2024-OEFA/GEG del 8 de julio de 2024.**

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

02	Alcance, responsable del procedimiento, consideraciones generales, definiciones, actividades del procedimiento, documentos que se generan y anexos del procedimiento	Precisiones en el alcance, en las consideraciones generales, en las definiciones, en las actividades, en los documentos que se generan. Incorporación de las actividades de mediciones de campo en el marco de la acreditación actividades 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8. Actualización del formato PM0313-F09 "Verificación y ajuste de analizador automático de gases" Incorporación de los siguientes formatos: - PA0211-F04 "Orden de salida y reingreso de bienes muebles patrimoniales" - PM0313-F32 "Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados" - PM0313-F33 "Verificación y ajuste de Equipos de Medición de Agua" - PM0313-F34 "Bitácora de calidad Ambiental de aire" - PM0313-F35 "Verificación y ajuste del SAM GRIMM (PM_{2,5} y PM₁₀)" - PM0313-F36 "Procesamiento y validación de data cruda de equipos de calidad ambiental del aire" - PM0313-F37 "Verificación y ajuste del SAM PALAS (PM_{2,5} y PM₁₀)" - PM0313-F38 "Reporte de Calidad ambiental de Aire" - PM0313-F39 "Módulo 0" Nota: Los documentos nuevos generados en esta versión, serán consignados con Versión: 00.
----	--	---

OBJETIVO	Establecer las actividades para las mediciones en campo y toma de muestra de los diversos componentes ambientales realizados durante el desarrollo de las acciones de evaluación y supervisión ambiental.
ALCANCE	El presente procedimiento es de aplicación para la Subdirección Técnica Científica, la Subdirección de Sitios Impactados y la Unidad Funcional Operaciones Técnicas (en adelante, UF-OTEC) . Comprende desde las actividades de verificación de operatividad y calibración del equipamiento en campo hasta la toma de muestra, etiquetado, preservación, almacenamiento, y registro de la cadena de custodia.
RESPONSABLE DEL PROCEDIMIENTO	Coordinador/a de la Unidad Funcional Operaciones Técnicas de la Subdirección Técnica Científica de la Dirección de Evaluación Ambiental.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

BASE NORMATIVA	- Ley N° 27658, Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado. - Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. - Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental. - Decreto Legislativo N° 1013, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente. - Decreto Supremo N° 030-2002-PCM, que aprueba el Reglamento de la Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado. - Decreto Supremo N° 004-2013-PCM, que aprueba la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública. - Decreto Supremo N° 013-2017-MINAM, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. - Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General. - Decreto Supremo N° 004-2019-JUS, Decreto Supremo que aprueba el Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General. - Decreto Supremo N° 123-2018-PCM, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Sistema Administrativo de Modernización de la Gestión Pública. - Decreto Supremo N° 023-2021-MINAM, Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional del Ambiente al 2030. - Resolución de Secretaría de Gestión Pública N° 006-2018-PCM-SGP, que aprueba la Norma Técnica N° 001-2018-SGP "Norma Técnica para la implementación de la gestión por procesos en las entidades de la administración pública". - Resolución del Consejo Directivo N° 013-2020-OEFA/CD, que aprueba el Reglamento de Evaluación del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. - Resolución de Presidencia del Consejo Directivo N° 065-2015-OEFA/PCD, que aprueba el Mapa de Procesos del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. - Resolución de Presidencia del Consejo Directivo N° 077-2018-OEFA/PCD que aprueba el Manual de Procedimientos "Innovación y Gestión por Procesos". - Resolución de Consejo Directivo N° 00002-2024-OEFA/CD, que modifica los artículos 5°, 9°, 13°, 22°, 23°, 24° y 25° del Reglamento de Evaluación del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA aprobado por Resolución del Consejo Directivo N° 00013-2020-OEFA/CD. - Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. - R.0135-2012/CNB-INDECOPI que aprueba la NTP 214.042:2012 Calidad de agua. Clasificación de la matriz de agua para ensayos de laboratorio. - Resolución de la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias que aprueba la NTP 214.042:2012/COR 1 2013 Calidad de agua. Clasificación de la matriz de agua para ensayos de laboratorio. - Protocolo de monitoreo de calidad de agua Sub Sector Minería (DGAA, 1994) - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater SMEWW-APHA- AWWAWEF, 24 th edition - Resolución Directoral N° 006-2023-INALCAL/DN, que aprueba la NTP 214.029:2023. CALIDAD DE AGUA. Determinación de pH en agua. Método electrométrico. 4ª Edición. - Resolución Directoral N° 045-2018-INALCAL/DN, que aprueba la NTP 214.050:2013 (revisada el 2018). CALIDAD DE AGUA. Determinación de la temperatura en agua. 1ª Edición. - Resolución Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias N° 31-2013/CNB-INDECOPI, que aprueba la NTP 214.046 2013 (revisada el 2018). CALIDAD DE AGUA. Determinación de oxígeno disuelto en agua. Método de sonda instrumental. Sensor basado en luminiscencia. Las referidas normas incluyen sus modificatorias.
----------------	---

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

CONSIDERACIONES GENERALES	- Las mediciones en campo de los componentes ambientales dentro del marco de la acreditación, bajo de la norma NTP-ISO/IEC 17025, es realizada por personal autorizado de acuerdo con el Procedimiento PM0315 “Evaluación de la Competencia Técnica del Personal del Laboratorio de Ensayo”. - Para las mediciones y toma de muestra de los componentes ambientales se deben considerar los instructivos del Sistema de Gestión del Laboratorio de Ensayo del OEFA y los protocolos de muestreo ambiental vigentes de acuerdo con cada componente ambiental, o cuando no existan, las normativas internacionales a modo de referencia. - Los/as evaluadores/as, Gestor de ensayos de calidad de agua, Gestor de ensayos de calidad de aire, Operador de ensayos de calidad de agua y/u Operador de ensayos de calidad de aire deben cumplir las medidas sanitarias, estándares de seguridad industrial y de bioseguridad necesarias cada vez que realicen las acciones técnicas en campo, de acuerdo con la normativa vigente de la materia. - Los/Las evaluadores/as Gestor de ensayos de calidad de agua, Gestor de ensayos de calidad de aire, Operador de ensayos de calidad de agua y/u Operador de ensayos de calidad de aire concluidas las acciones técnicas en campo, deben hacer uso del SIGEMA para el registro de envío de las muestras.
DEFINICIONES	- Acciones técnicas: Acciones con base científica para la obtención de información relevante en campo y análisis sistemático para el cumplimiento del objeto de cada tipo de evaluación, que comprenden muestreo, monitoreo, vigilancia, estudios especializados, mediciones de campo, entre otras. - Análisis de información técnica: acciones orientadas a analizar información que coadyuva a verificar la determinación del estado de la calidad ambiental; así como, la identificación de las fuentes, causas o efectos de la alteración de la calidad ambiental. Dicho análisis es realizado a partir de la información presentada por los administrados al OEFA en el marco del ejercicio de las funciones de supervisión, fiscalización y sanción; y, puede comprender otras fuentes de información. - Áreas Usuaris: Órgano, unidad orgánica, coordinación o unidad funcional establecida mediante Resolución por la Alta Dirección. Para el presente procedimiento son áreas usuarias la Subdirección Técnica Científica y la Subdirección de Sitios Impactados de la Dirección de Evaluación Ambiental. - Área de estudio: Espacio geográfico delimitado sobre la base de criterios técnicos para realizar las acciones de vigilancia, monitoreo y otras similares. Es independiente del área de estudio que el titular de un proyecto establece para la caracterización de sus posibles impactos. - Aseguramiento de la validez de los resultados: Programa total integrado para asegurar la confiabilidad de los datos medidos y monitoreados. - Cadena de Custodia: Documento escrito en donde quedan reflejadas todas las incidencias de una prueba, que garantiza la autenticidad, seguridad, preservación e integridad de la evidencia física hallada, obtenida o colectada y examinada, de manera continua. - Componente ambiental: Elemento de la naturaleza que es materia de evaluación ambiental, tal como suelo, aire, agua, flora, fauna, entre otros. - Coordinador/a de Evaluación Ambiental: Colaborador/a de la Entidad, contratado/a bajo el régimen especial de contratación administrativa de servicios - CAS, tales como: (i) Coordinador/a de Vigilancia Ambiental, (ii) Coordinador/a para la Identificación de Pasivos Ambientales, (iii) Coordinador/a de Sitios Impactados, (iv) Coordinador/a de Evaluaciones Ambientales en Minería y Energía; y, (v) Coordinador/a de Evaluaciones Ambientales en Pesquería, Industria y otros. Siendo responsable de coordinar, controlar, elaborar y/o revisar documentos relacionados a una actividad vinculada a un subsector o más dentro de las funciones de la Dirección de Evaluación Ambiental. - Equipo evaluador: Conjunto de personas naturales o jurídicas de distintas disciplinas que ejercen la función de evaluación; y se encargan de la elaboración de los documentos en las distintas etapas de la evaluación ambiental. El responsable que dirige un equipo evaluador se denomina “Líder”. - Estudios especializados: Acciones técnicas que tienen por objeto obtener información para un mejor análisis de la calidad ambiental de una determinada área

o componente ambiental evaluado. Pueden ser estudios geológicos, geoquímicos, hidrogeológicos, comunidades hidrobiológicas, hidroquímicos, geofísicos, análisis taxonómicos, toxicológicos, análisis de presencia de metales en flora y fauna, balance hídrico, entre otros, los cuales pueden considerar el ensayo en laboratorio de las muestras tomadas en campo.

- **Gestor de ensayos de calidad de aire:** Rol en el Sistema de Gestión del Laboratorio de Ensayo que puede recaer en un/a servidor/a civil de la Entidad, Tercero o Locador; responsable de revisar el reporte de campo de los ensayos de calidad de aire.
- **Gestor de ensayos de calidad de agua:** Rol en el Sistema de Gestión del Laboratorio de Ensayo que puede recaer en un/a servidor/a civil de la Entidad, un personal Tercero o Locador; responsable de revisar el reporte de campo de los ensayos de calidad de agua.
- **Gestor QA/QC – Agua:** Rol en el Sistema de Gestión del Laboratorio de Ensayo que puede recaer en un/a servidor/a civil de la Entidad, Tercero o Locador; responsable de analizar los datos del aseguramiento de validez de los resultados obtenidos en campo y revisar la trazabilidad de la información en los informes de ensayos preliminares para calidad de agua.
- **Gestor QA/QC – Aire:** Rol en el Sistema de Gestión del Laboratorio de Ensayo que puede recaer en un/a servidor/a civil de la Entidad, Tercero o Locador; responsable de analizar los datos del aseguramiento de validez de los resultados obtenidos en campo y revisar la trazabilidad de la información en los informes de ensayos preliminares para calidad de aire.
- **Mediciones de campo:** Acciones técnicas que incluyen la determinación de parámetros que por sus características se deben medir inmediatamente en campo.
- **Muestreo:** Recolección de muestras o registro de datos de componentes ambientales en campo (agua, suelo, aire, sedimento, flora, fauna, comunidades hidrobiológicas, entre otros) en un determinado espacio y tiempo.
- **Operador de ensayos de calidad de agua:** Rol en el Sistema de Gestión del Laboratorio de Ensayo que puede recaer en un/a servidor/a civil de la Entidad, un personal Tercero o Locador autorizado para revisar los datos de medición y el aseguramiento de la validez de los resultados generados en la medición in situ de calidad de agua, y dar seguimiento y verificar el cumplimiento del requerimiento.
- **Operador de ensayos de calidad de aire:** Rol en el Sistema de Gestión del Laboratorio de Ensayo que puede recaer en un/a servidor/a civil de la Entidad, Tercero o Locador autorizado para revisar los datos de medición y el aseguramiento de la validez de los resultados generados en la medición in situ de calidad de aire, y dar seguimiento y verificar el cumplimiento del requerimiento. Puede ser designado como Líder en la conformación del equipo evaluador.
- **Responsable Técnico de Calidad de Aire:** Rol en el Sistema de Gestión del Laboratorio de Ensayo que puede recaer en un/a servidor/a civil de la Entidad, Tercero o Locador autorizado para autorizar la emisión de los informes de ensayo de calidad de aire, y las modificaciones en este.
- **Responsable Técnico de Calidad de Agua:** Rol en el Sistema de Gestión del Laboratorio de Ensayo que puede recaer en un/a servidor/a civil de la Entidad, Tercero o Locador autorizado para autorizar la emisión de los informes de ensayo de calidad de agua, y las modificaciones en este.
- **Operador de Telemetría:** Rol en el Sistema de Gestión del Laboratorio de Ensayo que puede recaer en un/a servidor/a civil de la Entidad, un personal Tercero o Locador autorizado para asegurar la transmisión de los datos de las estaciones del monitoreo de calidad de aire.
- **Operador Estadístico:** Rol en el Sistema de Gestión del Laboratorio de Ensayo que puede recaer en un/a servidor/a civil de la Entidad, Tercero o Locador autorizado para realizar actualizaciones y mantenimiento del Módulo 0, así como los softwares y/o algoritmos.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

SIGLAS	- DEAM: Dirección de Evaluación Ambiental. - UF-OTEC: Unidad Funcional Operaciones Técnicas Ambientales de la Subdirección Técnica Científica de la Dirección de Evaluación Ambiental. - SSIM: Subdirección de Sitios Impactados. - STEC: Subdirección Técnica Científica.
---------------	---

REQUISITOS PARA INICIAR EL PROCEDIMIENTO	
Descripción del requisito	Fuente
Requerimientos logísticos	PM0301 "Programación y seguimiento de la evaluación ambiental" PM0302 "Evaluación ambiental de causalidad" PM0303 "Evaluación ambiental temprana" PM0304 "Evaluación ambiental de seguimiento con intervención continua" PM0305 "Evaluación ambiental de seguimiento con intervención periódica" PM0306 "Evaluación ambiental focal" PM0307 "Evaluación ambiental para la identificación de sitios impactados"

		ACTIVIDADES		EJECUTOR	
N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	REGISTROS	RESPONSABLE	UNIDAD DE ORGANIZACIÓN
Medición en campo dentro del marco de la acreditación					
1	Revisar el material y equipamiento entregado	Revisa que el material y equipamiento se encuentren completos mediante el formato de Lista de Verificación y el Formato Orden de salida e Ingreso de bienes muebles.	PM0309-F01 Lista de verificación para equipos PA0211-F04 Orden de salida y reingreso de bienes muebles patrimoniales	Operador de ensayo de calidad de aire/agua	UF-OTEC
2	Verificar la operatividad y calibración del equipamiento y preparar los materiales	Verificar la operatividad y calibración del equipamiento de acuerdo con los Instructivos I-DEAM-PM0309-2 al I-DEAM-PM0309-19 del procedimiento PM0309 "Aprovisionamiento y devolución de equipamiento" descritos para cada componente ambiental. Registra los valores en los Formatos de verificación operacional de equipos, verificación y ajuste de equipos correspondiente a cada componente ambiental, según corresponda. Nota: Luego de verificados los equipos son embalados y trasladados según el Instructivo I-DEAM-PM0309-22	PM0309-F03 Verificación operacional de equipos - componente agua PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizador automático de gases PM0313-F35 Verificación y ajuste del SAM GRIMM (PM _{2,5} y PM ₁₀) PM0313-F37 Verificación y ajuste del SAM	Gestor de ensayos de calidad de agua/aire Operador de ensayos de calidad de agua/aire	UF-OTEC

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

		ACTIVIDADES		EJECUTOR	
N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	REGISTROS	RESPONSABLE	UNIDAD DE ORGANIZACIÓN
		<i>“Instructivo manipulación, transporte, almacenamiento, uso y mantenimiento del equipamiento” y el procedimiento PM0311 Gestión de Transporte de Equipamiento, Materiales y Muestras.</i>	<i>PALAS (PM_{2,5} y PM₁₀)</i>		
3	Realizar la verificación y/o ajuste de los equipos	<i>En campo, para los ensayos dentro del marco de la acreditación:</i> <i>Realiza las verificaciones y/o ajustes de los equipos según el I-DEAM-PM0313-23 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de agua” e I-DEAM-PM0313-25 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de aire, cumpliendo los criterios de aceptación y la frecuencia establecida para tal actividad en el Instructivo I-DEAM-PM0314-23 “Instructivo de aseguramiento y control de calidad de muestreo y mediciones en campo”.</i> <i>Registra las referidas acciones en los Formatos de verificación y ajuste según corresponda.</i>	<i>PM0313-F33 Verificación y ajuste de Equipos de Medición de Agua</i> <i>PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizador automático de gases</i> <i>PM0313-F35 Verificación y ajuste del SAM GRIMM (PM_{2,5} y PM₁₀)</i> <i>PM0313-F37 Verificación y ajuste del SAM PALAS (PM_{2,5} y PM₁₀)</i>	Operador de ensayo de calidad de aire/agua	UF-OTEC
4	Realizar las mediciones en campo y el aseguramiento de la validez de los resultados y/o procesar datos	<i>Realiza las mediciones en campo en el área de estudio, aplicando, Protocolos y Guías de Monitoreo Ambiental sectoriales o transversales, y conforme a los instructivos establecidos en el presente procedimiento.</i> <i>Registra las referidas acciones en los formatos por componente ambiental establecidos en el presente procedimiento, según corresponda.</i>	<i>PM0313-F32 Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados.</i> <i>PM0313-F34 Bitácora de calidad Ambiental de aire</i>	Operador de ensayos de calidad de agua/aire	UF-OTEC
5	Transmitir la información de manera remota (en caso aplique)	<i>Para ensayos de calidad de aire:</i> <i>Asegura la transmisión de los datos de las estaciones de monitoreo de calidad de aire, luego de su instalación o reubicación según el I-DEAM-</i>	<i>PM0313-F39 Módulo 0</i>	Operador de Telemetría Operador Estadístico	UF-OTEC

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 02
			Fecha: 30/11/2024

		ACTIVIDADES		EJECUTOR	
N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	REGISTROS	RESPONSABLE	UNIDAD DE ORGANIZACIÓN
		PM0313-34 Instructivo de Implementación y transmisión de información mediante el Sistema de Telemetría en las estaciones de monitoreo ambiental. Realiza las actualizaciones y mantenimiento del PM0313-F39 Módulo 0 (registro de datos de las estaciones de monitoreo de calidad ambiental de aire en tiempo real mediante telemetría), así como los software y/o algoritmos.			
6	Realizar el aseguramiento de validez de resultados	Realiza el aseguramiento de validez de resultados según el Instructivo I-DEAM-PM0314-23 Instructivo de aseguramiento y control de calidad de muestreo y mediciones en campo”. ¿Tipo de ensayo? Agua: Entrega en campo o remite mediante correo, los registros generados al Gestor de ensayo para su revisión, según sea el caso. Va a la actividad N° 8 Aire: Va a la actividad N° 7	PM0313-F32 Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados.	Operador de ensayos de calidad de agua/aire	UF-OTEC
7	Procesar y validar datos	Realiza el procesamiento y validación de información según el Instructivo I-DEAM-PM0313-35 “Instructivo para el procesamiento y validación de data cruda de equipos de calidad ambiental del aire”. Registra las referidas acciones en los Formatos de procesamiento y validación de data cruda de equipos y reporte de calidad de aire.	PM0313-F36 Procesamiento y validación de data cruda de equipos de calidad ambiental del aire PM0313-F38 Reporte de Calidad ambiental de Aire	Operador de ensayos de calidad de aire	UF-OTEC
8	Revisar y remitir los resultados de las mediciones de campo	Revisa los resultados de la medición y la aplicación del aseguramiento de la validez de los resultados y toda información generada de los registros Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados y reporte de campo.	PM0313-F32 Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados. PM0313-F38 Reporte de Calidad	Gestor de ensayo de calidad de agua Gestor de ensayo de calidad de aire	UF-OTEC

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

		ACTIVIDADES		EJECUTOR	
N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	REGISTROS	RESPONSABLE	UNIDAD DE ORGANIZACIÓN
		¿Es conforme? Si: Firma en señal de conformidad y remite mediante correo electrónico al Responsable de Emisión de Informes No: Solicita por correo regularizar o completar la información al Operador de ensayo de Calidad de Aire/Agua. Nota: Los reportes de campo son enviados con copia al Responsable de Atención del Requerimiento de Ensayo. Fin del procedimiento.	<i>ambiental de Aire</i>		

Medición en Campo y Muestreo Ambiental

9	Verificar la operatividad y calibración del equipamiento y preparar los materiales	Verificar la operatividad y calibración del equipamiento de acuerdo a los instructivos I-DEAM-PM0309-2 al I-DEAM-PM0309-19 del procedimiento PM0309 "Aprovisionamiento y devolución de equipamiento" descritos para cada componente ambiental. Registra los valores en los formatos de verificación o ajuste de equipos correspondiente a cada componente ambiental, según corresponda.	PM0313-F01 Verificación operacional de equipos de medición de campo PM0313-F07 Verificación de flujo de muestreador de alto volumen PM0313-F08 Verificación de flujo de muestreador de bajo volumen PM0313-F09 Verificación operacional de analizador automático de gases PM0313-F14 Verificación operacional del sonómetro	Equipo evaluador	STEC SIM
10	Realizar las mediciones en campo	Realiza las mediciones en campo en el área de estudio, en base a los Protocolos y Guías de Monitoreo Ambiental sectoriales o transversales, y conforme a los	PM0313-F02 Datos de campo de agua PM0313-F03	Equipo evaluador	STEC SSIM

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

		ACTIVIDADES		EJECUTOR	
N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	REGISTROS	RESPONSABLE	UNIDAD DE ORGANIZACIÓN
		instructivos establecidos en el presente procedimiento. Registra las referidas acciones en los formatos por componente ambiental establecidos en el presente procedimiento, según corresponda.	Aseguramiento de la calidad de medición en campo para el muestreo de agua PM0313-F10 Datos de campo de aire PM0313-F13 Datos de medición de ruido ambiental		
11	Realizar el muestreo	Realiza la toma de muestra ambiental en el área de estudio, en base a los Protocolos y Guías de Monitoreo Ambiental sectoriales o transversales, y conforme a los instructivos establecidos en el presente procedimiento. Registra las referidas acciones en los formatos por componente ambiental establecidos en el presente procedimiento, según corresponda. Nota 1: El formato de cadena de custodia debe ser entregado por el proveedor de servicio o en su defecto proporcionado por STEC-OTEC. Nota 2: Los protocolos y guías aplicables al monitoreo ambiental se encontrarán contenidas en el Formato PM0403-F03 "Listado de documento para el muestreo ambiental"; su actualización será permanente y estará a cargo de las coordinaciones de supervisión ambiental. Nota 3: En caso, dicha actividad sea realizada con un proveedor de servicios, el/la líder de comisión verificará el cumplimiento de las disposiciones contenidas en el TdR o RS referidas al monitoreo ambiental.	PM0313-F04 Cadena de custodia – Agua, sedimento y suelo PM0313-F05 Datos de campo de sedimento PM0313-F06 Ficha de campo de suelo PM0313-F10 Datos de campo de aire PM0313-F11 Cartilla de flujo de aire PM0313-F12 Cadena de custodia de aire PM0313-F16 Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas lóticos (con aplicación de evaluación visual de quebradas) al PM0313-F29 Planilla de evaluación de flora silvestre	Equipo evaluador	STEC SSIM

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

		ACTIVIDADES		EJECUTOR	
N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	REGISTROS	RESPONSABLE	UNIDAD DE ORGANIZACIÓN
12	Preservar, rotular y embalar la muestra	Preserva, rotula y embala cada una de las muestras conforme a los instructivos por cada componente ambiental establecidos en el presente procedimiento.	-	Equipo evaluador	STEC SSIM
13	Registrar la información de la acción de muestreo en la cadena de custodia.	Registra la información de la acción de muestreo en la cadena de custodia. Nota: El formato de cadena de custodia debe ser entregado por el proveedor de servicio o en su defecto proporcionado por STEC-OTEC.	PM0313-F04 Cadena de custodia – Agua, sedimento y suelo PM0313-F12 Cadena de custodia de aire	Equipo evaluador	STEC SSIM
14	Registrar la información las muestras en el SIGEMA	Registra la información de las muestras en el módulo “Envío de muestras y transportes” del SIGEMA para su transporte conforme al procedimiento PM0311 “Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras”. ¿Es un servicio de laboratorio contratado? Sí: procede al ingreso en el laboratorio, conforme al procedimiento PM0311 “Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras”. No: procede al ingreso en el laboratorio OEFA	-	Equipo evaluador	STEC SSIM
15	Verificar la cadena de custodia con el sello de recepción del laboratorio	Verifica que la cadena de custodia cuente con el sello del laboratorio en señal de conformidad de entrega de la muestra. Fin del procedimiento.	-	Personal de la UF-OTEC	STEC

DOCUMENTOS QUE SE GENERAN:
- “Verificación operacional de equipos de medición de campo” - “Datos de campo de agua” - “Aseguramiento de la calidad de medición en campo para el muestreo de agua” - “Cadena de custodia - Agua, Sedimento y Suelo” - “Datos de campo de sedimento” - “Ficha de campo de suelo” - “Verificación de flujo de muestreador de alto volumen” - “Verificación de flujo de muestreador de bajo volumen” - “Datos de campo de aire” - “Cartilla de flujo de aire” - “Cadena de custodia de aire”

- "Datos de medición de ruido ambiental"
- "Verificación operacional del sonómetro"
- "Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas lóticos (con aplicación de calidad hidromorfológica)"
- "Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas (evaluación visual de quebradas)"
- "Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas lénticos"
- "Diagnóstico de la salud a nivel macroscópico y organoléptico en biota acuática"
- "Datos de campo de biota acuática - Registro de megabentos mediante buceo científico"
- "Datos de campo de biota acuática - Ecosistema marino costero (ambiente intermareal)"
- "Datos de campo de biota acuática - Registro de datos de muestreo plancton marino"
- "Registro de cala para las artes y puntos de muestreo"
- "Muestreo biológico de biota acuática - peces"
- "Datos de campo de biota acuática - Registro de peces por censo visual"
- "Datos de campo de caudal ecológico - Datos hidromorfológicos"
- "Datos de campo de caudal ecológico - Preferencia de especies"
- "Ficha de evaluación de flora silvestre por el método de parcelas permanentes de muestreo"
- "Ficha de evaluación de flora silvestre por el método de transecto - Puntos de intersección"
- "Planilla de evaluación de flora silvestre"
- **"Lista de verificación para equipos"**
- **"Orden de salida y reingreso de bienes muebles patrimoniales"**
- **"Verificación operacional de equipos - componente agua"**
- **"Verificación y ajuste de analizador automático de gases"**
- **"Verificación y ajuste del SAM GRIMM (PM_{2.5} y PM₁₀)"**
- **"Verificación y ajuste del SAM PALAS (PM_{2.5} y PM₁₀)"**
- **"Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados"**
- **"Verificación y ajuste de Equipos de Medición de Agua"**
- **"Bitácora de calidad Ambiental de aire"**
- **"Módulo 0"**
- **"Reporte de Calidad ambiental de Aire"**
- **"Procesamiento y validación de data cruda de equipos de calidad ambiental del aire"**

ANEXOS DEL PROCEDIMIENTO:

Formatos:

- PM0313-F01 "Verificación operacional de equipos de medición de campo"
- PM0313-F02 Datos de campo de agua
- PM0313-F03 "Aseguramiento de la calidad de medición en campo para el muestreo de agua"
- PM0313-F04 "Cadena de custodia - Agua, Sedimento y Suelo"
- PM0313-F05 "Datos de campo de sedimento"
- PM0313-F06 "Ficha de campo de suelo"
- PM0313-F07 "Verificación de flujo de muestreador de alto volumen"
- PM0313-F08 "Verificación de flujo de muestreador de bajo volumen"
- **PM0313-F09 "Verificación y ajuste de analizador automático de gases"**
- PM0313-F10 "Datos de campo de aire"
- PM0313-F11 "Cartilla de flujo de aire"
- PM0313-F12 "Cadena de custodia de aire"
- PM0313-F13 "Datos de medición de ruido ambiental"
- PM0313-F14 "Verificación operacional del sonómetro"
- PM0313-F15 "Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas lóticos (con aplicación de calidad hidromorfológica)"
- PM0313-F16 "Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas (evaluación visual de quebradas)"
- PM0313-F17 "Datos de campo de biota acuática - Ecosistemas lénticos"
- PM0313-F18 "Diagnóstico de la salud a nivel macroscópico y organoléptico en biota acuática"
- PM0313-F19 "Datos de campo de biota acuática - Registro de megabentos mediante buceo científico"
- PM0313-F20 "Datos de campo de biota acuática - Ecosistema marino costero (ambiente intermareal)"
- PM0313-F21 "Datos de campo de biota acuática - Registro de datos de muestreo plancton marino"
- PM0313-F22 "Registro de cala para las artes y puntos de muestreo"

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

ANEXOS DEL PROCEDIMIENTO:

- PM0313-F23 "Muestreo biológico de biota acuática - peces"
- PM0313-F24 "Datos de campo de biota acuática - Registro de peces por censo visual"
- PM0313-F25 "Datos de campo de caudal ecológico - Datos hidromorfológicos"
- PM0313-F26 "Datos de campo de caudal ecológico - Preferencia de especies"
- PM0313-F27 "Ficha de evaluación de flora silvestre por el método de parcelas permanentes de muestreo"
- PM0313-F28 "Ficha de evaluación de flora silvestre por el método de transecto - Puntos de intersección"
- PM0313-F29 "Planilla de evaluación de flora silvestre"
- PM0313-F30 "Ficha de identificación para emisiones de gases, partículas, olores y ruidos en áreas de disposición final de residuos sólidos"
- PM0313-F31 "Datos de campo de identificación de fuentes de emisión"
- **PM0309-F01 Lista de verificación para equipos**
- **PA0211-F04 "Orden de salida y reingreso de bienes muebles patrimoniales"**
- **PM0313-F32 "Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados"**
- **PM0313-F33 "Verificación y ajuste de Equipos de Medición de Agua"**
- **PM0313-F34 "Bitácora de calidad Ambiental de aire"**
- **PM0313-F35 "Verificación y ajuste del SAM GRIMM (PM_{2,5} y PM₁₀)"**
- **PM0313-F36 "Procesamiento y validación de data cruda de equipos de calidad ambiental del aire"**
- **PM0313-F37 "Verificación y ajuste del SAM PALAS (PM_{2,5} y PM₁₀)"**
- **PM0313-F38 "Reporte de Calidad ambiental de Aire"**
- **PM0313-F39 "Módulo 0"**

Instructivos:

- I-DEAM-PM0313-01 "Muestreo y medición de parámetros de campo de agua natural - superficial"
- I-DEAM-PM0313-02 "Muestreo y medición de parámetros de campo de agua salina de agua de mar"
- I-DEAM-PM0313-03 "Muestreo y medición de parámetros de campo de agua natural - subterránea"
- I-DEAM-PM0313-04 "Medición de caudal"
- I-DEAM-PM0313-05 "Muestreo de sedimento"
- I-DEAM-PM0313-06 "Muestreo de suelo"
- I-DEAM-PM0313-07 "Medición de ruido ambiental"
- I-DEAM-PM0313-08 "Muestreo de biota acuática – Plancton"
- I-DEAM-PM0313-09 "Muestreo de biota acuática – Macroinvertebrados bentónicos"
- I-DEAM-PM0313-10 "Muestreo de biota acuática - Peces continentales"
- I-DEAM-PM0313-11 "Muestreo de biota acuática – Peces de mar"
- I-DEAM-PM0313-12 "Muestreo de biota acuática – Tejido muscular de peces"
- I-DEAM-PM0313-13 "Muestreo de biota acuática – Perifiton"
- I-DEAM-PM0313-14 "Muestreo de biota acuática - Macrobentos y Megabentos"
- I-DEAM-PM0313-15 "Muestreo de biota Terrestre-Flora"
- I-DEAM-PM0313-16 "Muestreo de biota terrestre – Fauna - anfibios y reptiles"
- I-DEAM-PM0313-17 "Muestreo de biota terrestre-fauna - aves"
- I-DEAM-PM0313-18 "Muestreo de biota Terrestre - Fauna - Mamíferos menores no voladores"
- I-DEAM-PM0313-19 "Muestreo de biota Terrestre - Fauna - Mamíferos menores voladores"
- I-DEAM-PM0313-20 "Muestreo de biota Terrestre - Fauna - Mamíferos medianos y grandes"
- I-DEAM-PM0313-21 "Determinación de los niveles de fondo"
- I-DEAM-PM0313-22 "Modelamiento numérico ambiental de gases, partículas, olores y ruidos"
- **I-DEAM-PM0313-23 "Instructivo de ensayos de campo en calidad de agua"**
- **I-DEAM-PM0313-24 "Instructivo de muestreo y medición de parámetros de campo en agua residual"**
- **I-DEAM-PM0313-25 "Instrucciones de Ensayos de campo en calidad de aire"**
- **I-DEAM-PM0313-26 "Instructivo del analizador automático de gases de Monóxido de Carbono (CO) modelo 48i"**
- **I-DEAM-PM0313-27 "Instructivo del Sistema Automático de medida para PM_{2,5} y PM₁₀ modelo EDM 180"**
- **I-DEAM-PM0313-28 "Instructivo del Sistema Automático de Medida para PM_{2,5} y PM₁₀ modelo FIDAS SMART 100E"**

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

ANEXOS DEL PROCEDIMIENTO:

- I-DEAM-PM0313-29 *"Instructivo del analizador automático de gases de Monóxido de Carbono (CO) modelo 48iQ"*
- I-DEAM-PM0313-30 *"Instructivo del analizador automático de gases de Dióxido de azufre (SO2) modelo 43i"*
- I-DEAM-PM0313-31 *"Instructivo del analizador automático de gases de Dióxido de azufre (SO2) modelo 43iQ"*
- I-DEAM-PM0313-32 *"Instructivo del analizador automático de gases de Dióxido de Nitrógeno (NO2) modelo 42i"*
- I-DEAM-PM0313-33 *"Instructivo del analizador automático de gases de Dióxido de Nitrógeno (NO2) modelo 42iQ"*
- I-DEAM-PM0313-34 *"Instructivo de Implementación y transmisión de información mediante el Sistema de Telemetría en las estaciones de monitoreo ambiental"*
- I-DEAM-PM0313-35 *"Instructivo para el procesamiento y validación de data cruda de equipos de calidad ambiental del aire"*
- I-DEAM-PM0313-36 *"Instructivo de la estación meteorológica modelo Vantage Pro2"*
- I-DEAM-PM0313-37 *"Instructivo de la estación meteorológica modelo CR1000 y CR300"*
- I-DEAM-PM0313-38 *"Instructivo de la estación meteorológica modelo RAI-M02"*

Diagrama de flujo

PROCESO RELACIONADO

PM03 - Evaluación Ambiental

VERIFICACIÓN Y AJUSTE DE ANALIZADORES AUTOMÁTICOS DE GASES

1. DATOS GENERALES

PARÁMETRO:		MARCA:	
ESTACIÓN DE MUESTREO:		MODELO:	
UBICACIÓN:		NÚMERO DE SERIE:	
FECHA VERIFICACIÓN:		CÓDIGO PATRIMONIAL:	
HORA INICIO:		HORA FINAL	
		CÓDIGO DE ACCIÓN:	

2. EQUIPAMIENTO EMPLEADO

EQUIPAMIENTO	CODIGO PATRIMONIAL	MARCA	MODELO / N° BALON	N° SERIE / CONCENTRACION	FECHA DE CALIBRACIÓN	FECHA DE VENCIMIENTO
DILUTOR DE GAS						
CALIBRADOR DE FLUJO						
GENERADOR DE AIRE CERO						
SENSOR DE TEMPERATURA						
GAS PATRÓN	SO ₂					
	NO					
	CO					
	H ₂ S					

NOTA 1: En casos que no aplique colocar N.A.

3. CONDICIONES AMBIENTALES INTERNAS (CASETA)

VARIABLES	INICIAL (antes de la verificación)	FINAL (Posterior a la verificación)
TEMPERATURA(°C)		
PRESIÓN ATMOSFERICA (hPa)		

NOTA 2: Realizar la lectura con la puerta del shelter cerrado.

4. VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE PARÁMETROS OPERACIONALES

CONFORME¹: ☐ C ☐ NC

PARAMETROS OPERACIONALES	Unidad	Rango	Valor Inicial	Test Check Inicial (C / NC)	Valor Final	Test Check Final (C / NC)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

¹ Dar conformidad luego de realizar la verificación final de los parámetros operacionales.

RANGO MÁXIMO DE TRABAJO		ppm
		ppb

Tiempo de residencia*		segundos
-----------------------	--	----------

*El calculo está realizado en el Anexo 2

5. VERIFICACIÓN FUGAS EN EL ANALIZADOR DE GASES

	VALOR NOMINAL	LECTURA DEL EQUIPO		ERROR		CRITERIO DE ACEPTACIÓN		CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)	
	Flujo (l/min)	Presión (mmHg)	Flujo (l/min)	Presión (mmHg)	Flujo (l/min)	Presión (mmHg)	Flujo (l/min)	Presión (mmHg)	Flujo (l/min)
VERIFICACIÓN EN EL ANALIZADOR (Antes de las verificaciones)									

6. VERIFICACIÓN Y AJUSTE DE FLUJO

VARIABLE	LECTURA DEL PATRÓN (L/min)	LECTURA DEL EQUIPO (L/min)	ERROR RELATIVO (%)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (%)	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
VERIFICACIÓN 1 (ANALIZADOR)					
AJUSTE (ANALIZADOR)	SPAN				
	ZERO ²				
VERIFICACIÓN LUEGO DEL AJUSTE (ANALIZADOR)					
VERIFICACIÓN 2 (CON FILTRO) ³					

² Solo para analizadores automaticos Thermo Scientific modelo i, el ajuste de zero será ejecutado por el personal de UF-OTEC.

³ La verificación con el filtro se realizar para determinar la saturación del filtro.

FACTOR	FACTOR INICIAL (antes de la verificación)	FACTOR FINAL (Luego del ajuste)
ZERO		
SPAN		

NOTA: Solo aplica para analizadores automáticos Thermo Scientific modelo i.

7. LECTURAS DE MANOMETROS DE CILINDRO DE GAS PATRON Y GENERADOR AIRE CERO

Manometro de alta* (Primario):		psi	Manometro de baja (25psi a 30 psi): (secundario)		psi	Manometro del Gen. Aire cero: (25 psi a 30 psi)		psi
-----------------------------------	--	-----	--	--	-----	---	--	-----

* Para el parametro CO, rechazar el cilindro si la presión se encuentra menor a 2MPa=290 psi.

8. VERIFICACION DE FUGA EN EL CILINDRO DE GAS PATRON

	LECTURA INICIAL Manometro de alta (psi)	LECTURA FINAL Manómetro de alta (psi)	ERROR (Lectura final - Lectura inicial)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (psi)	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
VERIFICACIÓN EN EL CILINDRO (05 minutos)					
VERIFICACIÓN FINAL EN EL SISTEMA (05 minutos)					

9. VERIFICACIÓN DE CERO / SPAN

PARAMETRO A VERIFICAR	PORCENTAJE SPAN SEGÚN PARAMETRO	VALOR NOMINAL / CONCENTRACIÓN GENERADA	LECTURA DEL EQUIPO	BACKGROUND/ COEFICIENTE	ERROR RELATIVO DEL RANGO (%)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (%)	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
		ppb	ppm				
VERIFICACIÓN CERO							
VERIFICACIÓN SPAN							
VERIFICACIÓN CERO*							
VERIFICACIÓN SPAN*							

* Completar solo cuando se realice la verificación en Analizadores de gases (NO₂)

10. AJUSTE DE CERO / SPAN

PARÁMETRO A AJUSTAR	PORCENTAJE SPAN SEGÚN PARAMETRO	VALOR NOMINAL / CONCENTRACIÓN GENERADA	LECTURA DEL EQUIPO	BACKGROUND/ COEFICIENTE	ERROR RELATIVO DEL RANGO (%)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (%)	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
		ppb	ppm				
AJUSTE CERO							
AJUSTE SPAN							
AJUSTE CERO*							
AJUSTE SPAN*							

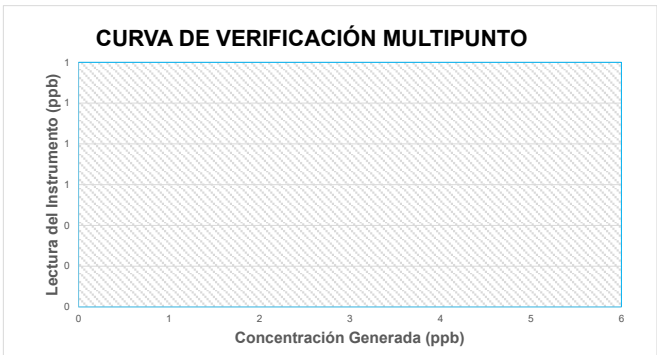
* Completar solo cuando se realice el ajuste en Analizadores de gases (NO₂)

11. VERIFICACIÓN MULTIPUNTO

VERIFICACIÓN MULTIPUNTO PORCENTAJE DEL RANGO (%) ⁷		VALOR NOMINAL / CONCENTRACIÓN GENERADA	LECTURA DEL EQUIPO	ERROR RELATIVO DEL RANGO (%)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN (%)	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
PARAMETRO		ppb	ppm			
80%						
60%						
40%						
20%						
0%						

⁷ Se realizara la verificación multipunto siempre y cuando, la verificación de Cero/Span sea "No Conforme" (NC).

12. CURVA DE CALIBRACIÓN



NOTA: Se realizara la verificación multipunto siempre y cuando, la verificación de Cero/Span sea "No Conforme".

	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	VALOR	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
Pendiente			
Coefficiente de correlación			

$$Error\ relativo = \frac{|Lectura\ del\ patron - Lectura\ del\ equipo|}{Lectura\ del\ patrón} \times 100$$

13. VERIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL CONVERTIDOR (Aplica solo para el parámetro NO₂)

PARÁMETROS			CONCETRACIÓN GENERADA (ppb)	LECTURA DEL EQUIPO (ppb)
OZONO (O ₃) ^a				OFF
P ₁	NO	80%	0.0	
R ₁	NOx		0.0	
-	NO ₂		0.0	
OZONO (O ₃) ^a				ON
P ₂	NO	20%	0.00	
R ₂	NOx		0.00	
-	NO ₂		0.00	
P ₃	NO	40%	0.00	
R ₃	NOx		0.00	
-	NO ₂		0.00	
P ₄	NO	60%	0.00	
R ₄	NOx		0.00	
-	NO ₂		0.00	
P ₅	NO	80%	0.00	
R ₅	NOx		0.00	
-	NO ₂		0.00	

^a La concentración generada de NO es en base al rango máximo de trabajo.
^a La concentración generada de Ozono es en base a la concentración de NO (R₁) generado.

14. OBSERVACIONES

15. CONCLUSIONES

Realizado por:
Operador de ensayo de calidad de aire

Verificado por:
Gestor de ensayo de calidad de aire

Determinación de eficiencia del convertidor:

$$\frac{(R_n - P_n) - (R_1 - P_1)}{P_1 - P_n} \times 100$$

Rn - Pn: son las concentraciones de óxidos totales (Nox) y monóxido de nitrógeno (NO) respectivamente, para cada intensidad del sistema generador de ozono.

VARIABLE	PORCENTAJE (%)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CONFORME (C)/ NO CONFORME (NC)
Eficiencia al 80%			

REPETIBILIDAD	VALOR	C / NC
R ₂ /R ₁		
R ₃ /R ₁		
R ₄ /R ₁		
R ₅ /R ₁		

NOTA: La prueba será aceptable siempre y cuando la repetibilidad sea lo más próximo a 1.

[illegible]

(3) El valor de turbidez se reportará de acuerdo a lo indicado en el ítem 5 del S.M. 2130 B (Ver segunda página)

(4) Piezómetro "P7" ozo "P0" o manantial "MA"

OBSERVACIONES	
---------------	--

						Verificación y Ajuste de Equipos de Medición de Agua										
DATOS GENERALES						EQUIPO			MARCA	MODELO	SERIE / COD PATRIMONIAL	FECHA DE CALIBRACIÓN	FECHA DE VENCIMIENTO DE CALIBRACIÓN			
Código de Acción							Multiparámetro									
Ubicación							Turbidímetro									
Referencia							Termometro									
Código de plan de muestreo						SERIE DE SONDA	pH					OD				
Fecha							CONDUCTIVIDAD									
PARÁMETRO	VERIFICACIÓN DEL INSTRUMENTO					AJUSTE DEL INSTRUMENTO						VERIFICACIÓN DEL INSTRUMENTO				
	Marca / Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal ⁽¹⁾	Valor lectura	Criterio de aceptación - C/NC	Marca / Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal ⁽¹⁾	Valor lectura	Criterio de aceptación - C/NC	Marca / Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal ⁽¹⁾	Valor lectura	Criterio de aceptación - C/NC	
pH (Unidades de pH / mV)			4.01		± 0,10			4.01		-53.1 mV/pH a -64.9 mV/pH			4.01		± 0,10	
			7.00		± 0,10			7.00					7.00		± 0,10	
			10.01		± 0,10			10.01					10.01		± 0,10	
CONDUCTIVIDAD (us/cm)	Marca / Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal	Valor lectura	Criterio de aceptación - C/NC	Marca / Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal	Constante Celular	Criterio de aceptación (cm ⁻¹) - C/NC	Marca / Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal	Valor lectura	Criterio de aceptación - C/NC	
					2%			1413		10% (0.36 a 0.44)					2%	
					2%										2%	
OXÍGENO DISUELTO (mg/L)	Marca / Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal	Valor lectura ⁽²⁾	Criterio de aceptación - C/NC	Marca / Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal	Valor lectura ⁽²⁾	Criterio de aceptación - C/NC	Marca / Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal ⁽²⁾	Valor lectura	Criterio de aceptación - C/NC	
	Ajuste en % de aire saturado de agua		100%		97% - 104%	Ajuste en % de aire saturado de agua		100%		97% - 104%	Ajuste en % de aire saturado de agua		100%		97% - 104%	
TURBIEDAD (NTU)	Marca / Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal NTU	Valor lectura	Criterio de aceptación	Marca / Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal NTU	Valor lectura	Criterio de aceptación	Marca / Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal NTU	Valor lectura	Criterio de aceptación	
			10		± 1			20		± 1			10		± 1	
			<0.1		<0.1			100		± 5			<0.1		<0.1	
								800		± 40						
Potencial REDOX (ORP) (mV)	Marca / Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal	Valor lectura	Criterio de aceptación - C/NC	Marca / Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal	Valor lectura	Criterio de aceptación - C/NC	Marca / Lote	Fecha de vencimiento	Valor Nominal	Valor lectura	Criterio de aceptación - C/NC	
			220		± 10			220		± 10			220		± 10	

(1) Para los parámetros de pH, Conductividad los valores nominales son a temperatura de 25°C * C/NC Conforme/No Conforme
(2) Para el ajuste y verificación se agitará durante aproximadamente 30 segundos y se dejará reposar durante 30 minutos antes de realizar la medición.

Firma: operador de ensayos de calidad de agua
Nombre:

Firma: Gestor de ensayos de calidad de agua
Nombre:

Firma: Gestor QA/QC Agua y/o Responsable Tecnico de calidad de agua
Nombre:



Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

PM0313 - F34: Bitácora de calidad del aire

Versión: 02

Fecha: 22/11/2024

1. Responsable:

Andrés Daniel Brios Abanto ▼

Adelante

PM0313-F34

Versión:00

Fecha de aprobación: 30/11/2024



Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

PM0313 - F34: Bitácora de calidad del aire

Versión: 02

Fecha: 22/11/2024

1. Responsable:

Andrés Daniel Brios Abanto



Adelante

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

ANEXO 1

Criterios de aceptación, frecuencia requerida de verificación/ajuste y mantenimiento preventivo en campo

Variable		Frecuencia	Criterios de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
Estado de Limpieza		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente o cuando amerite, luego de instalado el equipo.	Visual	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Verificaciones de los valores de estado de parámetros operacionales		1. Diaria (en días de trabajo)	Visual o Módulo 0		UNE-EN 16450
Verificaciones de sensores de temperaturas, presión y/o humedad	Temperatura	1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo.	± 2 °C		UNE-EN 16450
	Presión		± 1kPa (±10 hPa)		UNE-EN 16450
	Humedad		± 5% HR		UNE-EN 16450
Verificación del caudal del SAM			± 4.1% (error relativo)		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Verificación de fugas del sistema de muestreo			± 2%	N.A.	UNE-EN 16450
Verificación del sistema de medida de masa del SAM			1um (± 0.15)	N.A.	Manual del fabricante
Verificación del cero de la lectura del SAM		Anual	± 3 µg/m (24 horas)	N.A.	UNE-EN 16450

* Los criterios de aceptación están basados en el criterio más exigente precisado en el Manual, Método o Norma de referencia citado en la presente tabla.

VERIFICACIÓN Y AJUSTE DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE MEDIDA GRIMM (PM_{2,5} Y PM₁₀)

1. DATOS GENERALES

CÓDIGO DE ACCIÓN:		MARCA:	
ESTACIÓN DE MUESTREO:		MODELO:	
UBICACIÓN:		NÚMERO DE SERIE:	
FECHA DE VERIFICACIÓN:		CÓDIGO PATRIMONIAL:	
HORA INICIO:		HORA FINAL:	

2. EQUIPAMIENTO EMPLEADO

EQUIPAMIENTO (Equipos y/o Materiales)	CÓDIGO PATRIMONIAL	MARCA	MODELO / TAMAÑO DE REFERENCIA	N° SERIE / LOTE	FECHA DE CALIBRACIÓN	FECHA DE VENCIMIENTO
CALIBRADOR DE FLUJO						
SOLUCIÓN LÁTEX						
FIELD TEST KIT 185						
ESTACIÓN METEOROLÓGICA	SENSOR TEMPERATURA					
	SENSOR PRESIÓN					
	SENSOR HUMEDAD					
FILTRO HEPA						

Nota 1. En casos que no aplique colocar N.A.

3. CONDICIONES AMBIENTALES INTERNAS (CASETA)

VARIABLES	INICIAL (antes de la verificación)	FINAL (Posterior a la verificación)
TEMPERATURA(°C)		

Nota 2. Realizar la lectura con la puerta del shelter cerrado.

4. VERIFICACIÓN DE SENSORES METEOROLÓGICOS DEL SAM

PARÁMETRO	LECTURA DEL PATRÓN (Estación Meteorológica)	LECTURA DEL SAM	ERROR (Patrón - SAM)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
Temperatura (°C)					
Humedad (HR %)					
Presión (hPa)					

5. VERIFICACIÓN DE BOMBA DE SECADO

VARIABLE	LECTURA DE HUMEDAD EN EL SAM (%)	LECTURA DEL MANÓMETRO DE SECADO (kPa)	¿Encendió la bomba de secado?	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
VERIFICACIÓN				

6. VERIFICACIÓN DE FUGAS EN EL SISTEMA

	MENSAJE DEL EQUIPO	TIEMPO (s)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
VERIFICACIÓN				

7. VERIFICACIÓN Y AJUSTE DE FLUJO

	VALOR NOMINAL (L/min)	LECTURA DEL PATRÓN (L/min)	ERROR RELATIVO (Nominal - SAM)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
VERIFICACIÓN					
AJUSTE					

8. VERIFICACIÓN DE PRUEBA DE FILTRO CERO

	VALOR NOMINAL (ug/m3)	LECTURA DEL SAM (ug/m3)	TIEMPO (hh:mm:ss)	ERROR (Nominal - SAM)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
VERIFICACIÓN* (>24 horas)						

9. VERIFICACIÓN DE LOS VALORES DEL ESTADO DE PARÁMETROS OPERACIONALES

	PARÁMETROS	Unidad	Rango	Valor	Test Check (C/NC)
1	Tiempo de muestreo	min	-		
2	Concentración máscica de la fracción de PM ₁₀	ug/m3	-		
3	Concentración máscica de la fracción de PM _{2,5}	ug/m3	-		
4	Temperatura ambiental	°C	-		
5	Presión ambiental	hPa	-		
6	Humedad ambiental	%	-		
7	Temperatura del cabezal de muestreo si se usa un cabezal calentado*	°C	-		
8	Voltaje DC del fotodiodo	DC/v [mV]	0 - 1000		
9	Means Dark, diodo láser apagado	DC_d [mV]	-		
10	Means Higt, medición de láser switch encendido	DC_h [mV]	-		
11	Diferencia entre DC_h y DCd	DC_diff [mV]	0 - 100		
12	Conteo de partículas en zero, láser encendido	CO_h [mV]	-		
13	Conteo de partículas en zero, láser apagado	CO_d [mV]	-		
14	Medición de láser en baja energía	LA_l [mA]	10 - 100		
15	Medición de láser en alta energía	LA_h [mA]	0 - 180		
16	Factor Gravimétrico	GF	-		
17	Código de error	error code	-		
18	Corriente del motor de la bomba de muestreo	Im [%]	10 - 70		
19	Peso	weight [ug]	-		

(*) Los siguientes parámetros solo son verificados si fuera pertinente.

Adjuntar evidencia fotográfica del diagnóstico de parámetros operacionales

10. VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE MEDIDA DE MASA DEL SAM

	TAMAÑO DE PARTÍCULA DE REFERENCIA (µm)	LECTURA DEL SAM (µm)	ERROR (Patrón - SAM)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
VERIFICACIÓN					

Adjuntar evidencia fotográfica de la verificación del tamaño de partículas usando el programa GRIMM - System Diagnosis Software

9. OBSERVACIONES

10. CONCLUSIONES

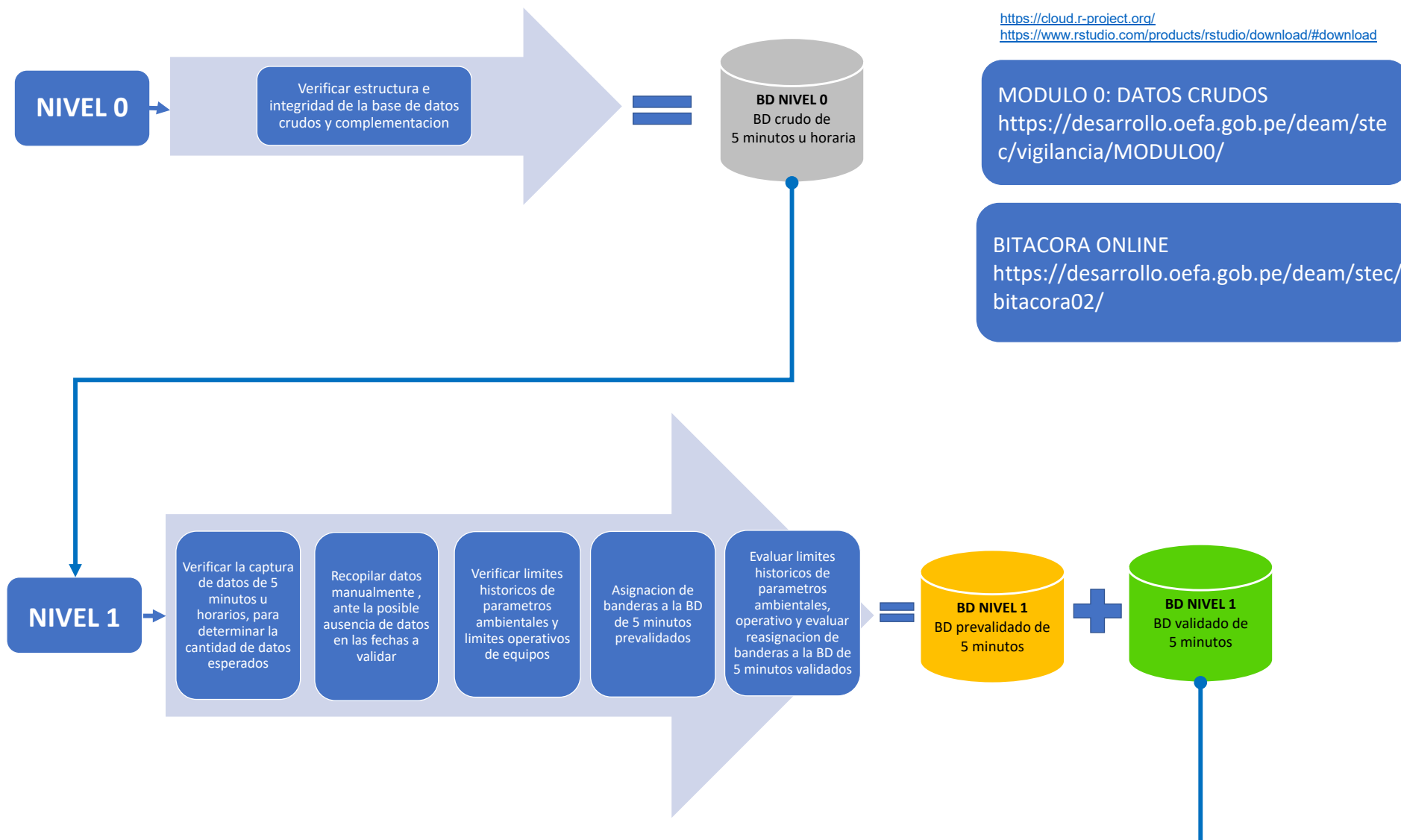
Realizado por:
Operador de ensayo de calidad de aire

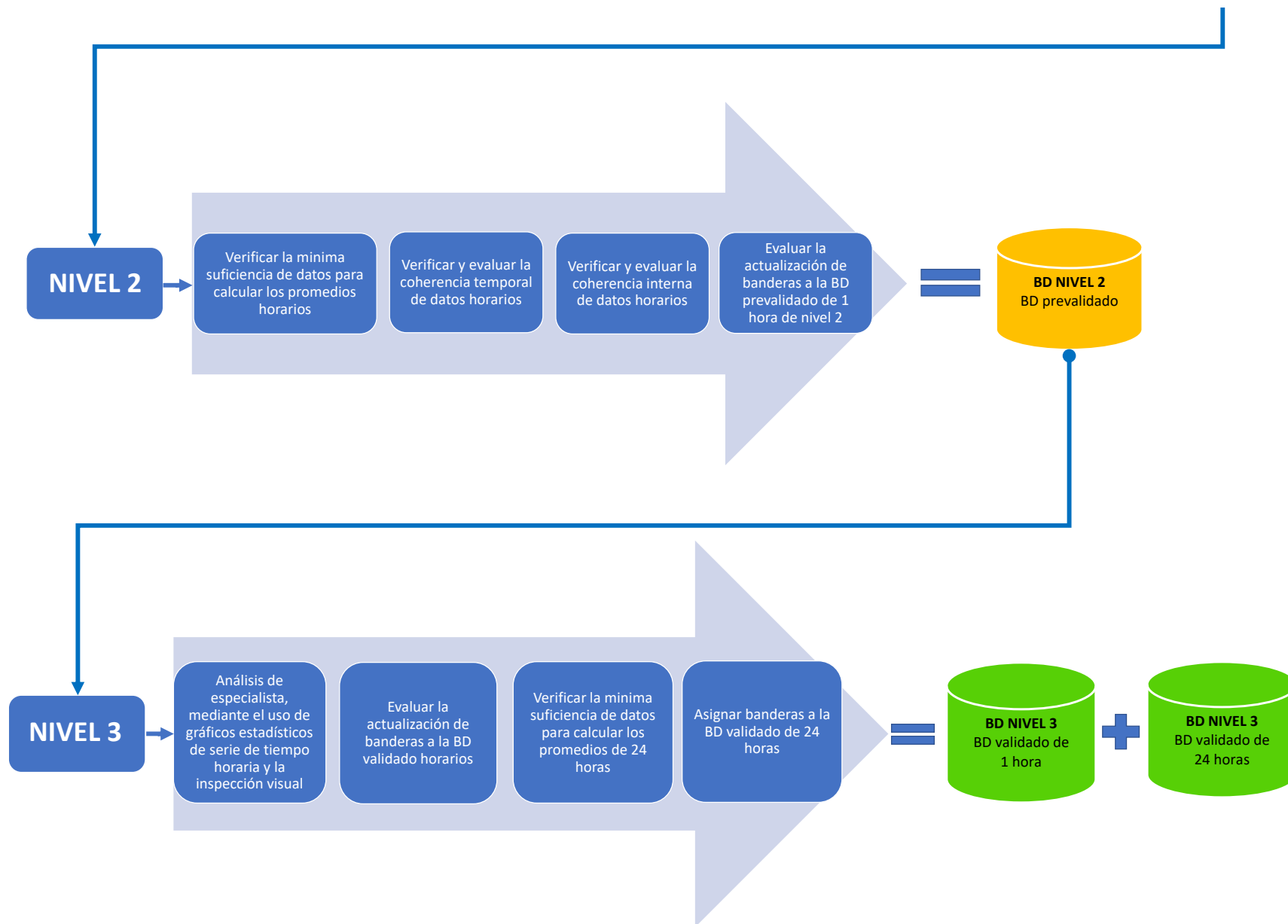
Verificado por:
Gestor de ensayo de calidad de aire

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

Procesamiento y validación de data cruda de equipos de calidad ambiental del aire

NIVELES DE VALIDACION





1. CRITERIOS CRITICOS

Item	Requerimiento	Frecuencia de evaluación	Criterio de validación	Referencia
1	Equipo automático acreditado	Antes del inicio del monitoreo	Equipos con acreditación US EPA, MCERT'S o TUV.	Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM, protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire, Tabla 6. Consolidado de métodos de referencia y equivalentes.
2	Calibración de equipo automático	Cada 365 días	Equipo calibrado según proveedor de servicios	Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM, protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire

2. CRITERIOS OPERATIVOS

Item	Requerimiento	Frecuencia de evaluación	Criterio de validación	Referencia
1	Temperatura de caseta	Diario	20 °C – 30 °C	Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM, protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire
2	Verificación intermedia de equipos automáticos	Mensual	Tabla 16 de protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire	Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM, protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire
3	Comunicación automática de datos a servidor central	Diario	Test de transmisión de datos de la estación a servidor central	Correos automáticos al equipo técnico a cargo de la validación con el test de transmisión de datos al servidor central.

Verificación intermedia de equipos automáticos					
Item	Variable	Equipo	Frecuencia	Error máximo permitido	Método de verificación
1	Estado de limpieza	Meteorología, gases y partículas	Mensual	Visual	
2	Prueba de Fugas	Gases y partículas	Mensual	Manual del fabricante	
3	Flujo	Gases y partículas	Mensual	± 4,1% (error relativo)	Manual del fabricante
4	Aire cero	Gases	Mensual	± 3% (error relativo) del rango	Manual del fabricante
5	Concentración conocida/span	Gases	Mensual	± 2,1% (error relativo) para un solo punto span correspondiente al 60% del rango	Manual del fabricante
6	Verificación másica (microbalanza oscilatoria de	Partículas	Mensual	± 2,5% (error relativo)	Manual del fabricante
7	Verificación másica (dispersión de la luz)	Partículas	Mensual	± 5,1% (error relativo)	Manual del fabricante
8	Verificación másica (atenuación de rayos beta)	Partículas	Mensual	± 5,1% (error relativo)	Manual del fabricante

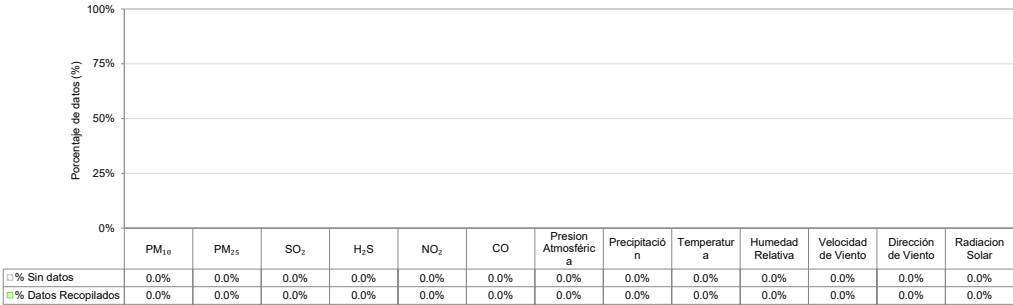
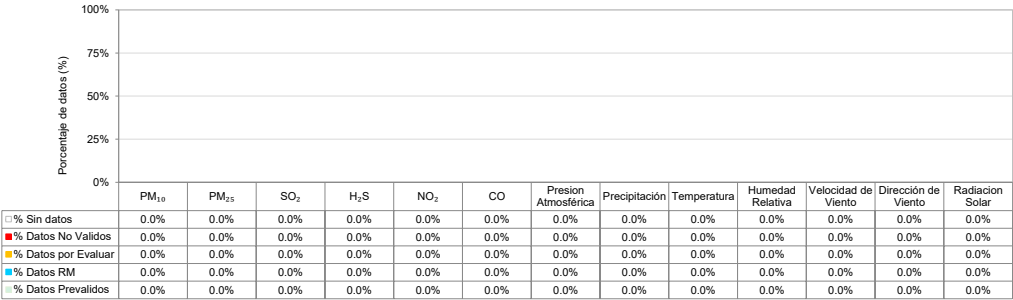
3. CRITERIOS SISTEMATICOS

Item	Requerimiento	Frecuencia de evaluación	Criterio de validación	Referencia
1	Mínima suficiencia de datos valida requerida	Diario	Recopilación del 75% de datos:	Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM, protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire
			1 hora (45 minutos)	
			8 horas (6 horas)	
			24 horas (18 horas)	
			Mensual (23 días)	
			Anual (9 meses)	
2	Límites históricos y operativos del equipo de monitoreo ambiental	Diario	Test de límites históricos y rango operativos de equipo de monitoreo automático	Datos validos históricos por estación y manual técnico del equipo de monitoreo
3	Banderas descriptivas	Diario	Descripción de los datos durante el proceso de validación	Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM, protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire
4	Coherencia temporal	Diario	Verificar que no deba existir valores constantes de concentraciones horarias por más de tres horas consecutivas.	Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM, protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire
5	Coherencia interna	Diario	$\frac{PM_{2.5}}{PM_{10}} \leq 1$ $\frac{NO + NO_2}{NOx} = [0.9 - 1.1]$	Decreto Supremo N.º 010-2019-MINAM, protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire

Nivel de Validacion	Procesos	Base de datos (BD)	Descripcion de BD
Nivel 0	Verificar la estructura e integridad de la base de datos crudos	BD1 de Nivel 0	BD1 crudo de 5 minutos u horaria
Nivel 1	Verificar la captura de datos de 5 minutos u horarios, para determinar la cantidad de datos esperados	BD2 de Nivel 1 BD3 de Nivel 1	BD2 prevalidado de 5 minutos BD3 validado de 5 minutos
	Verificar la suficiencia de datos de 5 minutos u horarios para cumplir como mínimo el 75% de datos requeridos para calcular los promedios de 1, 3, 8, 24 horas, etc		
	Recopilar manualmente los datos de 5 minutos u horarios, ante la posible insuficiencia de datos debido interrupciones en la transmisión automática		
	Verificar mediante un test que permita identificar los datos que cumplan los límites históricos determinados en base al rango de la mínima y máxima de los datos validos históricos por estación; así mismo del límite de detección de los equipos automáticos de acuerdo a su tecnología y manual técnico		
	Verificar mediante un test que permita identificar los datos operativos que estén dentro o fuera de los límites operativos		
Nivel 2	Evaluar la asignación de banderas a la base de datos validado de nivel 1 de 5 minutos u horarios	BD4 de Nivel 2	BD4 prevalidado de 1 hora
	Validar la coherencia temporal de datos horarios, considerando que no debe existir datos de concentraciones horarias constantes por mas de 3 horas consecutivas, caso contrario invalidar el dato		
	Validar la coherencia interna de datos horarios relacionados al PM10 vs PM2,5		
Nivel 3	Evaluar la actualización de banderas a la base de datos prevalidado de 1 hora de nivel 2, en los casos donde se invalidaron datos o se evidencio alteraciones en los datos	BD5 de Nivel 2 BD6 de Nivel 3 BD7 de Nivel 3 BD8 de Nivel 3	BD5 validado de 1 hora BD6 validado de 24 horas BD7 validado mensual BD8 validado anual
	Análisis de especialista, mediante el uso de gráficos estadísticos de serie de tiempo y la inspección visual, que evaluará la coherencia temporal de la serie de datos de 1 hora, para determinar la evolución habitual conocida de las variables meteorológicas y de concentraciones en patrones diurnos, vespertinos y nocturnos. Si cumple la evolución habitual conocida se validarán los datos horarios, caso contrario se invalida		
	Evaluar la actualización de banderas a la base de datos validado de 1, 3, 8, 24 horas, mensual y anual de nivel 3, en los casos donde se invalidaron datos o se evidencio alteraciones en los datos.		

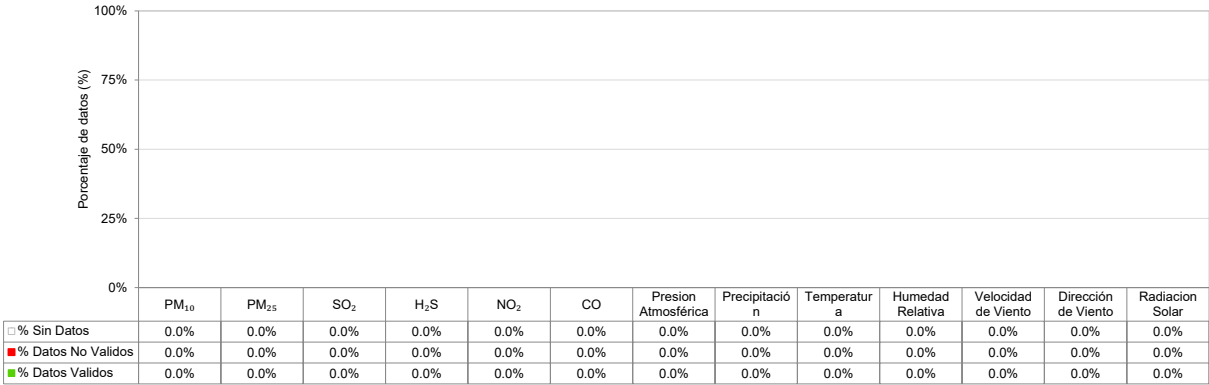
INDICADORES DE DATOS PREVALIDADOS PARA FRECUENCIA DE 5 MINUTOS

ESTACION	PARAMETRO AMBIENTAL	Datos Prevalidos	Datos por Evaluar	Datos Recopilados Manualmente	Datos No Válidos	Sin Datos	Datos Recopilados	Total datos mes	% Datos Prevalidos	% Datos por Evaluar	% Datos RM	% Datos No Validos	% Sin datos	% Datos Recopilados
	PM ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	PM ₂₅	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	SO ₂	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	H ₂ S	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	NO ₂	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	CO	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	Presion Atmosférica	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	Precipitación	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	Temperatura	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	Humedad Relativa	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	Velocidad de Viento	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	Dirección de Viento	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
	Radiacion Solar	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!



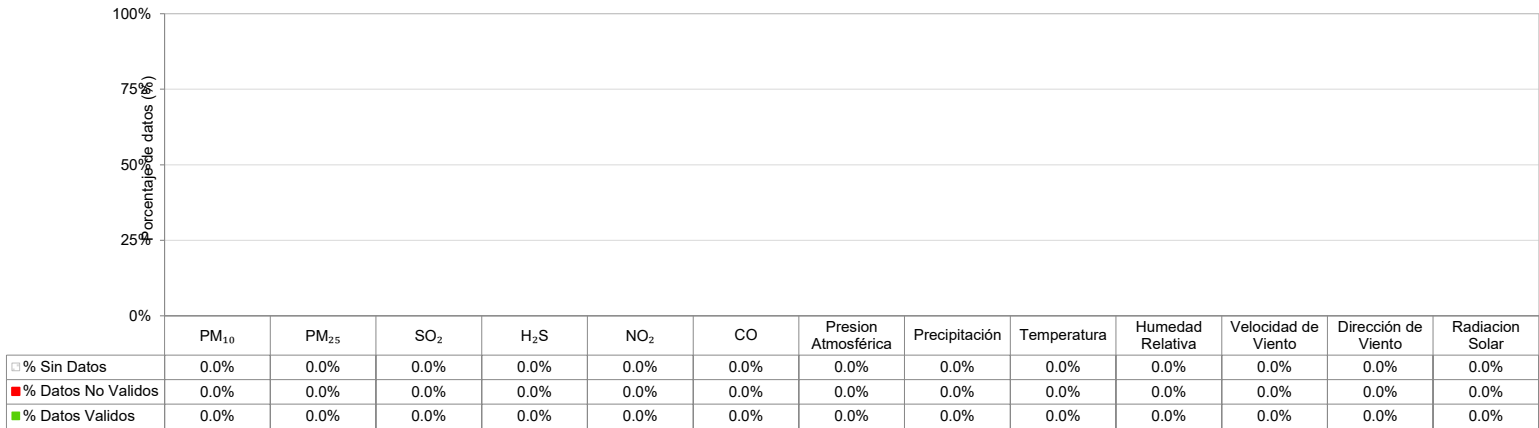
INDICADORES DE DATOS VALIDADOS PARA FRECUENCIA DE 5 MINUTOS

ESTACION	PARAMETRO AMBIENTAL	Datos Validos	Datos No Validos	Sin Datos	Datos Validados	Total datos mes	% Datos Validos	% Datos No Validos	% Sin Datos	% Datos Recopilados
	PM ₁₀	0	0	0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!
	PM ₂₅	0	0	0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!
	SO ₂	0	0	0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!
	H ₂ S	0	0	0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!
	NO ₂	0	0	0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!
	CO	0	0	0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!
	Presion Atmosférica	0	0	0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!
	Precipitación	0	0	0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!
	Temperatura	0	0	0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!
	Humedad Relativa	0	0	0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!
	Velocidad de Viento	0	0	0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!
	Dirección de Viento	0	0	0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!
	Radiacion Solar	0	0	0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!



INDICADORES DE DATOS VALIDADOS PARA FRECUENCIA DE 1 HORA

ESTACION	PARAMETRO AMBIENTAL	Datos Validos	Datos No Validos	Sin Datos	Datos Recopilados	Total datos mes	% Datos Validos	% Datos No Validos	% Sin Datos	% Datos Recopilados
	PM ₁₀	0	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
	PM ₂₅	0	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
	SO ₂	0	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
	H ₂ S	0	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
	NO ₂	0	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
	CO	0	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
	Presion Atmosférica	0	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
	Precipitación	0	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
	Temperatura	0	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
	Humedad Relativa	0	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
	Velocidad de Viento	0	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
	Dirección de Viento	0	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
	Radiacion Solar	0	0	0	0	0	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!



BANDERAS DE VALIDACION DE DATOS DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE

ID	BANDERA Y COLOR	DESCRIPCION
1	PV	DATO PREVALIDO: Dato automatizado por script o macro, que se considera pre correcto o verdadero sin evaluacion de especialista Aplicación: - BD2_N1_5M (datos de 5 minutos)
2	VA	DATO VALIDO: Dato que se considera correcto o verdadero, que cumple con los criterios tecnicos y de validación de datos del protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire y evaluacion de especialista Aplicacion: - BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD5_N3_1H (datos de 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos de 24 horas) - Mensual y anual
3	EV	DATO POR EVALUAR: Dato operativo que esta fuera de los limites operativos del equipo de medicion y sujeto a revisión en los niveles del 0 al 2 de validación de datos Aplicacion: - BD2_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD4_N2_1H (datos d 1 hora, movil de 3 y 8 horas)
4	LH	LIMITES HISTORICOS VALIDOS: Dato que esta fuera de los límites de la serie histórica de datos validos por estación; que deben ser analizados y evaluados para su validacion o invalidacion Aplicacion: - BD2_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD4_N2_1H (datos 1 hora)
5	RM	RECOPIACION MANUAL: Dato que se ha recopilado manualmente del registrador de datos o de la memoria interna del equipo y fue subido a la base de datos de nivel 0 (BD1_N0_5M) o de nivel 2 (BD4_N2_1H). Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicacion: - BD2_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD4_N2_1H (datos 1 hora)
6	ID	INSUFICIENCIA DE DATOS: Dato no calculado por no cumplir con la mínima suficiencia de datos requerido para calcular los promedios de 1, 3, 8, 24 horas, mensual y anual. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicacion: - BD4_N2_1H, BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual
7	LD	MENOR A LIMITE DE DETECCION O RESOLUCION DE EQUIPO: Dato que está por debajo del límite de detección o resolución del equipo. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicacion: - BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual Los datos horarios calculados en base a datos de 5 minutos, solo se asignará LD si todos los datos minútales de esa hora son LD, caso contrario será ID.
8	FT	FUNCIONAMIENTO TECNICO DE EQUIPO: Se asigna en base a la existencia de evidencia de alarmas en el equipo de aquellos parámetros operativos criticos que se encuentren fuera de los valores normales de operació que afecten la valides del dato u otra falla tecnica identificada insitu. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicacion: - BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual
9	CT	COHERENCIA TEMPORAL: Dato que no cumple el criterio de valores constantes de concentraciones horarias que no debe ser mayor a 3 horas consecutivas. Aplicacion: - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual

10	CI	COHERENCIA INTERNA: Dato que no cumpla las relaciones químicas entre contaminantes como: $\frac{PM_{2.5}}{PM_{10}} \leq 1 \quad \frac{NO + NO_2}{NOx} = [0,9 - 1,1]$ Aplicacion: - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual
11	EE	EVALUACION DE ESPECIALISTA: Dato que no cumpla los criterios del especialista a cargo de la validación, en base a la inspección visual, análisis exploratorio estadístico y evaluación técnica insitu. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicacion: - BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual
12	CA	CALIBRACION DE EQUIPO: Dato registrado o no registrado, cuando se realice las actividades de calibración del equipo de medición por un proveedor externo. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicacion: - BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual
13	MA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO O CORRECTIVO DE EQUIPO: Dato que provengan o no registrado, cuando se realice las actividades de mantenimiento preventivo o correctivo del equipo de medición o caseta. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicacion: - BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual
14	VF	VERIFICACION DE EQUIPO: Dato registrado o no registrado, cuando se realice las actividades de verificación del equipo de medición. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicacion: - BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual
15	IE	INTERRUPCION ELECTRICA: Dato no registrado porque el equipo de medición no cuenta con fluido eléctrico para su operación. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicacion: - BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual
16	AF	ACTUALIZACION DE FIRMWARE DE EQUIPO: Dato no registrado por la actualización de firmware del equipo de medición. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicacion: - BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual
17	AA	ACTUALIZACION DE ALGORITMO DE REGISTRADOR DE DATOS: Dato no registrado por actualización del algoritmo del registrados de datos. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicacion: - BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual
18	EA	EQUIPO APAGADO: Dato no registrado porque el equipo de medición esta apagado por contingencia, aun cuando la estación cuente con fluido eléctrico. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicacion: - BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual

19	SE	SIN EQUIPO: Dato no registrado porque el equipo de medición fue desinstalado de la estación o la estación no cuenta con el equipo. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicación: - BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual
20	IM	INSUFICIENCIA DE CAPACIDAD DE MEMORIA DEL REGISTRADOR DE DATOS O EQUIPO: Dato no registrado porque se saturó la memoria interna del registrador de datos o del equipo. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicación: - BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual
21	ST	SIN TRANSMISION: Dato no transmitido al servidor, pero pendiente de evaluar si almaceno en el registrador de datos o equipo para su recopilación manual y posterior validación. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicación: - BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual
22	ED	EQUIPO DESCONFIGURADO: Dato no registrado cuando el equipo por un detalle técnico se desconfiguró y no midió. Debe ser evidenciado con un código de bitácora. Aplicación: - BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas) - BD6_N3_24H (datos 24 horas) - mensual y anual
23	ND	NO DISPONIBLE: Aplica a cualquier dato no registrado cuando se presente una contingencia no prevista en este listado de banderas descritas; y cuando corresponda se evaluará la inclusión de nuevas banderas. No debe ser aplicado a datos ausente por varios minutos que afecte el promedio horario Aplicación: - BD2_N1_5M y BD3_N1_5M (datos de 5 minutos) - BD4_N2_1H y BD5_N3_1H (datos 1 hora, móvil de 3 horas, móvil de 8 horas)

LIMITES

PARAMETROS	L1	L2	L3	L4
PBAR	500.0	993.4	1006.7	1050
PP	0.0	0.0	14.4	500
TEMP	-40.0	12.0	34.2	60
HR	0.0	25.5	96.2	100
ws	0.0	0.0	9.2	50
wd	0.0	0.0	360.0	360
RS	0	0.0	1291.3	2000
PM10_UGM3	0.0	1.0	6500.0	10000
PM10_FLOW	-	1.14	1.26	-
PM10_PRESION	-	990.7	1006.5	-
PM10_TEMP	-	12.0	36.0	-
PM10_HR	-	25.5	97.5	-
PM25_UGM3	0.0	0.5	3396.0	6000
PM25_FLOW	-	1.14	1.26	-
PM25_PRESION	-	995.90	1017.00	-
PM25_TEMP	-	12.0	36.0	-
PM25_HR	-	25.5	97.5	-
SO2_PPB	0	0.1	219.0	100000
SO2_UGM3	0	0.1	574.0	100000
SO2_FLOW	-	0.3	1.0	-
SO2_LAMP_INT	-	20.0	102.0	-
SO2_INTERNAL_TEMP	-	8.0	47.0	-
SO2_PMT_VOLTAGE	-	-900.0	-400.0	-
SO2_LAMP_VOLTAGE	-	600.0	1200.0	-
SO2_BENCH_TEMP	-	44.0	51.0	-
SO2_BENCH_PRESS	-	300.0	800.0	-
H2S_PPB	0.25	0.3	154.0	100000
H2S_UGM3	0.25	0.4	215.0	100000
H2S_FLOW	-	0.7	1.4	-
H2S_LAMP_INT	-	20.0	104.0	-
H2S_INTERNAL_TEMP	-	8.0	47.0	-
H2S_PMT_VOLTAGE	-	-900.0	-400.0	-
H2S_LAMP_VOLTAGE	-	600.0	1200.0	-
H2S_BENCH_TEMP	-	44.0	51.0	-
H2S_BENCH_PRESS	-	300.0	800.0	-
CO_PPB	0.5	31.0	3280.0	11500000
CO_UGM3	0.5	35.7	3772.0	11500000
CO_FLOW	-	0.4	1.5	-
CO_INTERNAL_TEMP	-	8.0	47.0	-
CO_BIAS_VOLTAGE	-	-130.0	-100.0	-
CO_BENCH_TEMP	-	40.0	59.0	-
CO_BENCH_PRESS	-	250.0	1000.0	-
NO2_PPB	0.5	0.8	75.4	10000
NO2_UGM3	0.5	1.6	141.8	10000
NO_PPB	0.1	0.2	94.0	10000
NOX_PPB	0.1	0.5	138.9	10000
NOX_FLOW	-	0.35	0.9	-
NO_INT_TEMP	-	15.0	45.0	-
NOX_CHAMBER_PRESS	-	150.0	400.0	-
NOX_CONV_TEMP	-	300.0	350.0	-
NOX_COOLER_TEMP	-	-5.0	-1.0	-
CABINET_INT_TEMP	-	20.0	30.0	-

CRITERIO TECNICO	PARAMETRO OPERATIVO	VALOR (%)	VALOR LIMITE (%)
Coefficiente de variacion (CV)	Flujo SO2	#iDIV/0!	5.1
Coefficiente de variacion (CV)	Flujo H2S	#iDIV/0!	5.1
Coefficiente de variacion (CV)	Flujo CO	#iDIV/0!	5.1
Coefficiente de variacion (CV)	Flujo NO2	#iDIV/0!	5.1
Coefficiente de variacion (CV)	Flujo PM10	#iDIV/0!	5.1
Coefficiente de variacion (CV)	Flujo PM2,5	#iDIV/0!	5.1

ANEXO 1

Criterios de aceptación, frecuencia requerida de verificación/ajuste y mantenimiento preventivo en campo

Variable		Frecuencia	Criterios de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
Estado de Limpieza		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente o cuando amerite, luego de instalado el equipo.	Visual	No Aplica	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Verificaciones de los valores de estado de parámetros operacionales		1. Diaria (en días de trabajo)	Visual o Módulo 0		UNE-EN 16450
Verificaciones de sensores de temperaturas, presión y/o humedad	Temperatura	1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo.	± 2 °C		UNE-EN 16450
	Presión		± 1kPa (±10 hPa)		UNE-EN 16450
	Humedad		± 5% HR		UNE-EN 16450
Verificación del caudal del SAM			± 4.1% (error relativo)		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Verificación de fugas del sistema de muestreo			± 2%	No Aplica	UNE-EN 16450
Verificación del sistema de medida de masa del SAM			± 0.5		Manual del fabricante (PALAS Smart Fidas 100E)
Verificación del cero de la lectura del SAM		Anual	± 3 µg/m (24 horas)	No Aplica	UNE-EN 16450

* Los criterios de aceptación están basados en el criterio más exigente precisado en el Manual, Método o Norma de referencia citado en la presente tabla.

VERIFICACIÓN Y AJUSTE DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE MEDIDA PALAS (PM_{2,5} Y PM₁₀)

1. DATOS GENERALES

CÓDIGO DE ACCIÓN:		MARCA:	
ESTACIÓN DE MUESTREO:		MODELO:	
UBICACIÓN:		NÚMERO DE SERIE:	
FECHA DE VERIFICACIÓN:		CÓDIGO PATRIMONIAL:	
HORA INICIO:		HORA FINAL:	

2. EQUIPAMIENTO EMPLEADO

EQUIPAMIENTO (Equipos y/o Materiales)		CÓDIGO PATRIMONIAL	MARCA	MODELO / TAMAÑO DE REFERENCIA	N° SERIE / LOTE	FECHA DE CALIBRACIÓN	FECHA DE VENCIMIENTO
CALIBRADOR DE FLUJO							
MONODUST 1500							
FILTRO HEPA							
ESTACIÓN METEOROLÓGICA	SENSOR TEMPERATURA						
	SENSOR PRESIÓN						
	SENSOR HUMEDAD						

Nota 1. En casos que no aplique colocar N.A.

3. CONDICIONES AMBIENTALES INTERNAS (CASETA)

VARIABLES	INICIAL (antes de la verificación)	FINAL (Posterior a la verificación)
TEMPERATURA(°C)		

Nota 2. Realizar la lectura con la puerta del shelter cerrado.

4. VERIFICACIÓN DE LOS VALORES DEL ESTADO DE PARÁMETROS OPERACIONALES

PARÁMETROS		Unidad	Valor	Test
1	Tiempo de muestreo	min		
2	Concentración máscica de la fracción de PM10	ug/m3		
3	Concentración máscica de la fracción de PM2,5	ug/m3		
4	Temperatura ambiental	°C		
5	Presión ambiental	hPa		
6	Humedad ambiental	%		
7	Temperatura del cabezal de muestreo si se usa un cabezal calentado*	°C		
8	Temperatura del aire en la sección de muestreo (IADS)	°C		
9	Suction*	---		
10	IADS*	---		
11	Sensor calibration*	---		
12	Sensor LED*	---		
13	Sensor Data*	---		
14	Sensor Noise*	---		

(*) Los siguientes parámetros solo son verificados si fuera pertinente

Adjuntar evidencia fotográfica del estado de los parámetros operacionales

5. VERIFICACIÓN DE SENSORES METEOROLÓGICOS DEL SAM

PARÁMETRO	LECTURA DEL PATRÓN (Estación Meteorológica)	LECTURA DEL SAM	ERROR (Patrón - SAM)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
Temperatura (°C)					
Humedad (HR %)					
Presión (hPa)					

6. VERIFICACIÓN Y AJUSTE DE FLUJO

	VALOR NOMINAL (L/min)	LECTURA DEL SAM (L/min)	ERROR RELATIVO (Nominal - SAM)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
VERIFICACIÓN					
AJUSTE					

7. VERIFICACIÓN DE FUGAS EN EL SISTEMA

	VALOR NOMINAL (1/cm3)	LECTURA DEL EQUIPO (1/cm3)	ERROR (Nominal - SAM)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
VERIFICACIÓN					

8. VERIFICACIÓN DE PRUEBA DE FILTRO CERO

	VALOR NOMINAL (ug/m3)	LECTURA DEL SAM (ug/m3)	TIEMPO (hh:mm:ss)	ERROR (Nominal - SAM)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
VERIFICACIÓN 2 (>24 horas)						

9. VERIFICACIÓN Y AJUSTE DEL SISTEMA DE MEDIDA DE MASA DEL SAM

	TAMAÑO DE PARTÍCULA DE REFERENCIA*	LECTURA DEL EQUIPO	ERROR (Patrón - SAM)	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CONFORME (C) / NO CONFORME (NC)
VERIFICACIÓN					
AJUSTE					

*El valor difiere de cada recipiente de polvo de verificación SpanDust (PM_{2,5} o PM₁₀) ó MonoDust 1500

10. EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS DE LAS VERIFICACIONES EN EL SAM

Adjuntar evidencia fotográfica de la verificación de fugas en el SAM - ítem 6.	Adjuntar evidencia fotográfica de la verificación del sistema de medida de masa del SAM - ítem 9.

11. OBSERVACIONES

12. CONCLUSIONES

Realizado por: Operador de ensayo de calidad de aire

Verificado por: Gestor de ensayo de calidad de aire

TÍTULO DEL ESTUDIO:

ESTACIÓN DE MONITOREO:

FECHA Y HORA DE INICIO:

CÓDIGO DE ACCIÓN:

FECHA Y HORA FINAL:

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO:

CÓDIGO PATRIMONIAL:

MARCA:

MODELO:

SERIE:

Hora\Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
00:00																															
01:00																															
02:00																															
03:00																															
04:00																															
05:00																															
06:00																															
07:00																															
08:00																															
09:00																															
10:00																															
11:00																															
12:00																															
13:00																															
14:00																															
15:00																															
16:00																															
17:00																															
18:00																															
19:00																															
20:00																															
21:00																															
22:00																															
23:00																															
Promedio de PM ₁₀ en 24 h																															
ECA aire de PM ₁₀	100 µg/m³ en periodo de 24 horas																														

SE: Sin Equipo
MA: Mantenimiento Preventivo
VF: Verificaciones

Firmado por:

Operador de ensayo de calidad de aire

Revisado por:

Gestor de ensayo de calidad de aire

Aprobado por:

Gestor QA/QC - aire

COORDENADAS (UTM WGS 84)	NORTE		ESTE		ALTITUD		ZONA:
--------------------------	-------	--	------	--	---------	--	-------

DATOS DEL EQUIPO

SENSOR:	CÓDIGO
	PATRIMONIAL:
SENSOR:	CÓDIGO
	PATRIMONIAL:
SENSOR:	CÓDIGO
	PATRIMONIAL:
SENSOR:	CÓDIGO
	PATRIMONIAL:
SENSOR:	CÓDIGO
	PATRIMONIAL:

[illegible]

COORDENADAS (UTM WGS 84)	NORTE		ESTE		ALTITUD		ZONA:
--------------------------	-------	--	------	--	---------	--	-------

DATOS DEL EQUIPO

SENSOR:		CÓDIGO	
SENSOR:		PATRIMONIAL:	
SENSOR:		CÓDIGO	
SENSOR:		PATRIMONIAL:	
SENSOR:		CÓDIGO	
SENSOR:		PATRIMONIAL:	
SENSOR:		CÓDIGO	
SENSOR:		PATRIMONIAL:	

[illegible]

Tabla 3.10. Datos Meteorológicos

TÍTULO DEL ESTUDIO:							
ESTACIÓN DE MONITOREO:		CÓDIGO DE ACCIÓN:					
FECHA Y HORA DE INICIO:		FECHA Y HORA FINAL:					
COORDENADAS (UTM WGS 84)		NORTE		ESTE		ALTITUD	ZONA:
DATOS DEL EQUIPO							
EQUIPO:		MARCA:		MODELO:			
SENSOR:				CÓDIGO PATRIMONIAL:			
SENSOR:				CÓDIGO PATRIMONIAL:			
SENSOR:				CÓDIGO PATRIMONIAL:			
SENSOR:				CÓDIGO PATRIMONIAL:			
SENSOR:				CÓDIGO PATRIMONIAL:			

FECHA Y HORA	Presión atmosférica (hPa)	Precipitación (mm)	Temperatura ambiental (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad de Viento (m/s)	Dirección de Viento (°)	Radiación Solar (W/m²)

Digitales, su Reglamento y modificatorias.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>



Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

Tabla 3.3. Concentraciones horarias de SO₂

TÍTULO DEL ESTUDIO:

ESTACIÓN DE MONITOREO:

FECHA Y HORA DE INICIO:

CÓDIGO DE ACCIÓN:

FECHA Y HORA FINAL:

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO:

MARCA:

MARCA:

MODELO:

SERIE:

Hora\Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
00:00																															
01:00																															
02:00																															
03:00																															
04:00																															
05:00																															
06:00																															
07:00																															
08:00																															
09:00																															
10:00																															
11:00																															
12:00																															
13:00																															
14:00																															
15:00																															
16:00																															
17:00																															
18:00																															
19:00																															
20:00																															
21:00																															
22:00																															
23:00																															
Promedio Horario de SO ₂ en 24 h																															
ECA aire de SO ₂	250 µg/m³ en periodo de 24 horas																														

MA: Mantenimiento Preventivo

VF: Verificaciones

Firmado por:

Revisado por:

Aprobado por:

Operador de ensayo de calidad de aire

Gestor de ensayo de calidad de aire

Gestor QA/QC - aire

Tabla 3.4. Concentraciones horarias de SO₂

TÍTULO DEL ESTUDIO:

ESTACIÓN DE MONITOREO:

CÓDIGO DE ACCIÓN:

FECHA Y HORA DE INICIO:

FECHA Y HORA FINAL:

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO:

MARCA:

MARCA:

MODELO:

SERIE:

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
00:00																															
01:00																															
02:00																															
03:00																															
04:00																															
05:00																															
06:00																															
07:00																															
08:00																															
09:00																															
10:00																															
11:00																															
12:00																															
13:00																															
14:00																															
15:00																															
16:00																															
17:00																															
18:00																															
19:00																															
20:00																															
21:00																															
22:00																															
23:00																															
Promedio horario mas alto de NO ₂ en 24 h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Estado de cuidado de SO ₂	500 µg/m³ en periodo de 3 horas móviles																														

ID: Insuficiencia de data

VF: Verificaciones

Firmado por:

Operador de ensayo de calidad de aire

Revisado por:

Gestor de ensayo de calidad de aire

Aprobado por:

Gestor QA/QC - aire

TÍTULO DEL ESTUDIO:

ESTACIÓN DE MONITOREO:

CÓDIGO DE ACCIÓN:

FECHA Y HORA DE INICIO:

FECHA Y HORA FINAL:

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO:

MARCA:

MARCA:

MODELO:

SERIE:

Hora\Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
00:00																															
01:00																															
02:00																															
03:00																															
04:00																															
05:00																															
06:00																															
07:00																															
08:00																															
09:00																															
10:00																															
11:00																															
12:00																															
13:00																															
14:00																															
15:00																															
16:00																															
17:00																															
18:00																															
19:00																															
20:00																															
21:00																															
22:00																															
23:00																															
Promedio horario de H ₂ S en 24 h																															
ECA aire de H ₂ S	150 µg/m³ en periodo de 24 horas																														

VF: Verificaciones
MA: Mantenimiento Preventivo

Firmado por:Operador de ensayo de calidad de aire

Revisado por:Gestor de ensayo de calidad de aire

Aprobado por:Gestor QA/QC - aire

TÍTULO DEL ESTUDIO:

ESTACIÓN DE MONITOREO:

CÓDIGO DE ACCIÓN:

FECHA Y HORA DE INICIO:

FECHA Y HORA FINAL:

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO:

MARCA:

MARCA:

MODELO:

SERIE:

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
00:00																															
01:00																															
02:00																															
03:00																															
04:00																															
05:00																															
06:00																															
07:00																															
08:00																															
09:00																															
10:00																															
11:00																															
12:00																															
13:00																															
14:00																															
15:00																															
16:00																															
17:00																															
18:00																															
19:00																															
20:00																															
21:00																															
22:00																															
23:00																															
Promedio horario mas alto de NO ₂ en 24 h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ECA aire de NO ₂	200 µg/m³ en periodo de 1 hora																														

VF: Verificaciones
MA: Mantenimiento Preventivo

Firmado por:
Operador de ensayo de calidad de aire

Revisado por:
Gestor de ensayo de calidad de aire

Aprobado por:
Gestor QA/QC - aire



Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

Tabla 3.7. Concentraciones horarias de CO

TÍTULO DEL ESTUDIO:

ESTACIÓN DE MONITOREO:

CÓDIGO DE ACCIÓN:

FECHA Y HORA DE INICIO:

FECHA Y HORA FINAL:

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO:

MARCA:

MARCA:

MODELO:

SERIE:

Hora\Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
00:00																															
01:00																															
02:00																															
03:00																															
04:00																															
05:00																															
06:00																															
07:00																															
08:00																															
09:00																															
10:00																															
11:00																															
12:00																															
13:00																															
14:00																															
15:00																															
16:00																															
17:00																															
18:00																															
19:00																															
20:00																															
21:00																															
22:00																															
23:00																															
Promedio horario mas alto de CO en 24 h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ECA aire de CO	30000 µg/m³ en periodo de 1 hora																														

MA: Mantenimiento Preventivo

Firmado por:

Operador de ensayo de calidad de aire

Revisado por:

Gestor de ensayo de calidad de aire

Aprobado por:

Gestor QA/QC - aire

TÍTULO DEL ESTUDIO:

ESTACIÓN DE MONITOREO:

FECHA Y HORA DE INICIO:

CÓDIGO DE ACCIÓN:

FECHA Y HORA FINAL:

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO:

MARCA:

MODELO:

SERIE:

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
00:00																															
01:00																															
02:00																															
03:00																															
04:00																															
05:00																															
06:00																															
07:00																															
08:00																															
09:00																															
10:00																															
11:00																															
12:00																															
13:00																															
14:00																															
15:00																															
16:00																															
17:00																															
18:00																															
19:00																															
20:00																															
21:00																															
22:00																															
23:00																															
Media aritmética móvil mas alta de CO en 24 h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ECA aire de CO m8h	10000 µg/m³ en periodo de 8 horas																														

ID: Insuficiencia de datos
MA: Mantenimiento Preventivo

Firmado por:

Operador de ensayo de calidad de aire

Revisado por:

Gestor de ensayo de calidad de aire

Aprobado por:

Gestor QA/QC - aire

Tabla 3.2. Concentraciones horarias de PM_{2,5}

TÍTULO DEL ESTUDIO:

ESTACIÓN DE MONITOREO:

CÓDIGO DE ACCIÓN:

FECHA Y HORA DE INICIO:

FECHA Y HORA FINAL:

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO:

MARCA:

MARCA:

MODELO:

SERIE:

Hora/Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
00:00																															
01:00																															
02:00																															
03:00																															
04:00																															
05:00																															
06:00																															
07:00																															
08:00																															
09:00																															
10:00																															
11:00																															
12:00																															
13:00																															
14:00																															
15:00																															
16:00																															
17:00																															
18:00																															
19:00																															
20:00																															
21:00																															
22:00																															
23:00																															
Promedio de PM _{2,5} en 24 h																															
ECA aire de PM _{2,5}	50 µg/m³ en periodo de 24 horas																														

SE: Sin Equipo

MA: Mantenimiento Preventivo

VF: Verificaciones

Firmado por:

Operador de ensayo de calidad de aire

Revisado por:

Gestor de ensayo de calidad de aire

Aprobado por:

Gestor QA/QC - aire



PM0313 - F39: Módulo 0 de calidad del aire

Versión: 01

Fecha: 25/11/2024

Estación:

Ayash Huaripampa CA-AYAS-01

Fecha de inicio:

2024-11-01

00 00

Fecha de fin:

2024-11-26

23 55

Ejecutar:

Tabla

Descargar:

.xlsx

Tabla de datos crudos (Oracle)

Mostrar 100 registros

date	ID_ESTACION	FECHA_DATA	HORA_DATA	PBAR	PP	TEMP	HR	ws	wd	PM10_CONC	PM10_FLOW	PM10_BYPASS_FLOW	PM10_FRE
1/11/2024, 00:00:00	38	11/01/2024	00:00:00	0	0	0	0	0	0	5.4	1.24		
1/11/2024, 00:05:00	38	11/01/2024	00:05:00	0	0	0	0	0	0	5.8	1.24		
1/11/2024, 00:10:00	38	11/01/2024	00:10:00	0	0	0	0	0	0	5.1	1.24		
1/11/2024, 00:15:00	38	11/01/2024	00:15:00	0	0	0	0	0	0	5	1.24		
1/11/2024, 00:20:00	38	11/01/2024	00:20:00	0	0	0	0	0	0	5.6	1.24		
1/11/2024, 00:25:00	38	11/01/2024	00:25:00	0	0	0	0	0	0	4.7	1.24		
1/11/2024, 00:30:00	38	11/01/2024	00:30:00	0	0	0	0	0	0	5.3	1.24		
1/11/2024, 00:35:00	38	11/01/2024	00:35:00	0	0	0	0	0	0	5.5	1.24		
1/11/2024, 00:40:00	38	11/01/2024	00:40:00	0	0	0	0	0	0	5.2	1.24		
1/11/2024, 00:45:00	38	11/01/2024	00:45:00	0	0	0	0	0	0	5.3	1.24		
1/11/2024, 00:50:00	38	11/01/2024	00:50:00	0	0	0	0	0	0	4.6	1.24		
1/11/2024, 00:55:00	38	11/01/2024	00:55:00	0	0	0	0	0	0	4.3	1.24		
1/11/2024, 01:00:00	38	11/01/2024	01:00:00	0	0	0	0	0	0	4.7	1.24		
1/11/2024, 01:05:00	38	11/01/2024	01:05:00	0	0	0	0	0	0	4.1	1.24		
1/11/2024, 01:10:00	38	11/01/2024	01:10:00	0	0	0	0	0	0	4.2	1.24		
1/11/2024, 01:15:00	38	11/01/2024	01:15:00	0	0	0	0	0	0	3.9	1.24		
1/11/2024, 01:20:00	38	11/01/2024	01:20:00	0	0	0	0	0	0	3.8	1.24		
1/11/2024, 01:25:00	38	11/01/2024	01:25:00	0	0	0	0	0	0	3.7	1.24		

Mostrando registros del 1 al 100 de un total de 7,439 registros

Tabla de datos crudos (Oracle)						
Mostrar 100 ▾ registros						
date	ID_ESTACION	FECHA_DATA	HORA_DATA	PBAR	PP	T
1/11/2024, 00:00:00	38	11/01/2024	00:00:00	0	0	
1/11/2024, 00:05:00	38	11/01/2024	00:05:00	0	0	
1/11/2024, 00:10:00	38	11/01/2024	00:10:00	0	0	
1/11/2024, 00:15:00	38	11/01/2024	00:15:00	0	0	
1/11/2024, 00:20:00	38	11/01/2024	00:20:00	0	0	
1/11/2024, 00:25:00	38	11/01/2024	00:25:00	0	0	
1/11/2024, 00:30:00	38	11/01/2024	00:30:00	0	0	
1/11/2024, 00:35:00	38	11/01/2024	00:35:00	0	0	
1/11/2024, 00:40:00	38	11/01/2024	00:40:00	0	0	
1/11/2024, 00:45:00	38	11/01/2024	00:45:00	0	0	
1/11/2024, 00:50:00	38	11/01/2024	00:50:00	0	0	
1/11/2024, 00:55:00	38	11/01/2024	00:55:00	0	0	
1/11/2024, 01:00:00	38	11/01/2024	01:00:00	0	0	
1/11/2024, 01:05:00	38	11/01/2024	01:05:00	0	0	
1/11/2024, 01:10:00	38	11/01/2024	01:10:00	0	0	
1/11/2024, 01:15:00	38	11/01/2024	01:15:00	0	0	
1/11/2024, 01:20:00	38	11/01/2024	01:20:00	0	0	
1/11/2024, 01:25:00	38	11/01/2024	01:25:00	0	0	
Mostrando registros del 1 al 100 de un total de 7,439 registros						
Anterior 1 2 3 4 5 ... 75 Siguiente						

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo de muestreo y medición de parámetros de campo de agua natural - superficial

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra y mediciones de campo del componente agua natural - superficial durante el desarrollo de las actividades de evaluación y/o supervisión ambiental.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Respecto a la ubicación de áreas y puntos de muestreo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua debe considerar los siguientes criterios:

- i. La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo, mediante el empleo de un navegador de posicionamiento global (GPS¹); para lo cual, las coordenadas se registran en el Sistema Geodésico Mundial 1984, UTM WGS 84², indicando la zona y la precisión.
- ii. Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la operador/a de ensayos de calidad de agua puede coleccionar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con seis (6) decimales como mínimo.
- iii. Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la operador/a de ensayos de calidad de agua registra las referencias de localización resaltantes, tales como:
 - (i) depósito de relaves; (ii) depósitos de desmontes; (iii) puentes; (iv) cuerpos de agua; (v) comunidades campesinas; (vi) centros poblados; (vii) vías de acceso; y, (viii) puntos de confluencia de control del instrumento de gestión ambiental.

2.2. Respecto a los registros fotográficos

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua debe considerar los siguientes criterios:

- i. Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos:
 - (i) fotos panorámicas de la zona de muestreo y en caso las condiciones del lugar las permitan realizar un cuadro registro fotográfico, referente a los cuatro puntos cardinales, (norte, sur, este y oeste), y (ii) fotografías durante el muestreo. Además, considerar lo siguiente:
 - Verificar que la fecha y hora indicada en el equipamiento se encuentre en el mismo formato de la cámara fotográfica o filmadora.
 - En caso aplique, se debe realizar el registro fotográfico durante la medición y lectura del equipamiento utilizado; de control de calidad (blanco de campo, blanco viajero, blanco de equipo, muestra duplicada, duplicado de parámetro campo, entre otros en caso aplique); y, de muestras dirimentes

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

cuando corresponda y/o cuando el administrado lo solicite.

- En caso aplique, se debe realizar registros fotográficos empleando **un vehículo aéreo no tripulado (VANT)**.

- ii. El registro fotográfico de cada punto de muestreo debe indicar la siguiente información en la pizarra acrílica: (i) la fecha (utilizar el formato de

¹ Por sus siglas en inglés; GPS: Global Positioning System

² Por sus siglas en inglés; WGS 84: World Geodetic System 1984

dd/mm/aaaa); (ii) hora (considerar el formato de 24 horas u horas inicial y final); (iii) el código de punto de muestreo, (iv) la zona, (v) las coordenadas, (vi) altitud; y (vii) precisión del GPS (ver Figura N° 1).

Código del punto de muestreo	
RSFRAN-01	
Coordenada Este →	E: 654321 Fecha: 30/10/2017
Coordenada Norte →	N: 7654321 Hora: 10:50
Altitud →	h: 10 m.s.n.m Datum: WGS 84
Precisión GPS →	p: ± 3m Zona UTM: 17 M

Figura N° 1. Modelo de pizarra para el punto de muestreo de agua superficial. (orden referencial)

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua debe realizar las siguientes acciones:

- a. En el formato PM0314-F07 “Plan de muestreo” se detalla la solicitud y las consideraciones para el muestreo de agua superficial.
- b. **Verificación del equipamiento para el muestreo y medición de parámetros de campo de agua superficial**

Para la verificación del equipamiento para el muestreo de agua superficial, se consideran los siguientes criterios:

- i. Se revisará los procedimientos PM0309 “Procedimiento, aprovisionamiento y devolución de equipamiento”, PM0310 “Procedimiento, aprovisionamiento de materiales”, PM0311

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

“Procedimiento gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras” y PM0313 “Gestión de medición en campo y muestreo ambiental”.

- ii. Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados por el/la operador/a de aprovisionamiento de equipos de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (UF-OTEC) y el/la operador/a de ensayos de calidad de agua, en dos (2) momentos: previo a la salida a campo y en la devolución del equipamiento, conforme al procedimiento PM0309 del Manual de procedimientos “*Evaluación Ambiental*”.

2.4. Acciones durante al muestreo

a. Rotulado y etiquetado

- i. Previo a la toma de muestra (de preferencia en el punto de muestreo), los envases se rotulan con plumón indeleble y etiquetan con la siguiente información:
 - Código del punto de muestreo y/o identificación de la muestra.
 - Fecha (dd/mm/aaaa) y hora del muestreo (hh:mm en formato de 24 horas).
 - Parámetro para analizar.
 - Tipo de matriz conforme al PM0313-F04 “Cadena de Custodia – Agua, Sedimento y Suelo” y formato de campo PM0313-F33 “Verificación y ajuste de equipos de medición de agua” y PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados
 - Preservante (utilizado según el parámetro).
 - Cuando corresponda y/o cuando el administrado lo solicite, indicar si es muestra dirimente.
 - Se deberá contar con la cantidad suficiente de etiquetas de OEFA, caso contrario y solo en casos de emergencia se pueden emplear etiquetas del laboratorio contratado.
- ii. Antes de la toma de muestra, las etiquetas deben asegurarse con cinta adhesiva de tal manera que estén protegidas de daños de ilegibilidad durante la toma de muestra y traslado hacia el laboratorio.

b. Criterios para el muestreo y mediciones de campo en agua superficial.

- i. En estos cuerpos de agua, se debe considerar la colecta de la muestra los cuales pueden ser:
 - A nivel superficial: Ríos, quebradas, canales, lagos, lagunas, embalses, pozas de colección de agua de no contacto, entre otros.
 - A diferentes profundidades: Lagos, lagunas y embalses.
- ii. La verificación y ajuste del equipo multiparámetro y/o turbidímetro se registran en el formato PM0313-F33 “Verificación y ajuste de equipos de medición de agua” antes de realizar alguna medición.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- iii. Se miden los parámetros: Oxígeno Disuelto (OD), Temperatura (C°), Potencial de Hidrógeno (pH), Turbiedad (NTU) y Conductividad Eléctrica (CE) (según lo solicitado en el plan de muestreo), haciendo uso del instructivos I-DEAM-PM0309-02 *“Instructivo de uso y verificación del Multiparámetro HQ40d”*, I-DEAM-PM0309-20 *“Instructivo de uso y verificación del Multiparámetro HQ4300”*, I-DEAM-PM0309-04 *“Instructivo de Uso y Verificación del Turbidímetro”* e Instructivo I-DEAM-PM0313-23 *“Instructivo de ensayos de campo en calidad de agua”*.
- iv. En caso de ríos accesibles y de bajo caudal, se recomienda realizar las lecturas directamente en la parte central del cuerpo de agua, en caso contrario, coleccionar la muestra en un balde transparente limpio y realizar la medición de los parámetros de campo de manera inmediata para evitar variaciones en la medición de los valores.
- v. En casos de un muestreo simple, se registrará la hora de inicio de colecta de muestra, mientras que, para un muestreo compuesto se registrará la hora del composito el cual debe ser inmediatamente posterior a la colección de las sub muestras. En caso se solicite el registro de las horas de las sub muestras estas podrán ser registradas en el formato PM0313-F04 *“Cadena de Custodia – Agua, Sedimento y Suelo”* ítem Observaciones generales.
- vi. En lagos, lagunas o embalses se miden los parámetros en campo, considerando lo siguiente:
 - Zona superficial, se mide directamente en el cuerpo de agua en caso las condiciones lo permitan. En caso no sea posible recolectar la muestra en un frasco previamente enjuagado como mínimo dos (2) veces con la misma agua donde se colecta la muestra y realizar las mediciones solicitadas.
 - Zonas a diferentes profundidades, se obtiene la muestra en un frasco directamente de la botella Niskin o Van Dorn y, se realizan las lecturas.
 - Para recursos hídricos con profundidades mayor a seis (6) metros, considerar la toma de muestras en superficie, termoclina y a un (1) metro del fondo.
- vii. La información generada se registra en el formato PM0313-F32 *“Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”*.
- viii. El orden de muestreo de los parámetros para análisis de laboratorio será el siguiente: microbiológicas, orgánicos, fisicoquímicas e inorgánicas según amerite.
- ix. Antes de coleccionar las muestras, los frascos a usar se deben enjuagar como mínimo dos (2) veces, a excepción de los frascos para los parámetros orgánicos y/o microbiológicos.

c. Toma de muestra y mediciones de campo en cuerpos de agua superficial de bajo caudal

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. La toma de muestra se realiza a contracorriente, evitando disturbar los sedimentos del fondo o de la orilla y evitar coleccionar la muestra en zonas de turbulencia.
- ii. Antes de coleccionar la muestra, se deben enjuagar los frascos como mínimo dos (2) veces, a excepción de los parámetros microbiológicos y orgánicos; el enjuague se debe realizar con la misma agua de donde se recolecta la muestra.
- iii. Los frascos deben ser sostenidos por la parte media. Evitar sostenerlo de la parte superior o tener contacto con la parte interna del frasco.
- iv. Las muestras deben ser recolectadas en el nivel superficial entre unos 20 cm y 30 cm de profundidad, aproximadamente.
- v. Los parámetros orgánicos o parámetros que tengan una densidad menor que el agua, deben ser coleccionados únicamente en la superficie.
- vi. Para el caso de parámetros microbiológicos, se deja un espacio vacío del 10% aproximadamente del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.
- vii. Para el parámetro DBO5 y pruebas ecotoxicológicas se debe llenar el recipiente lentamente en su totalidad y sin burbujas.
- viii. Se adicionan los preservantes respectivos una vez coleccionadas las muestras, de acuerdo con las consideraciones establecidas por el laboratorio externo (contrato); asimismo se verificará la preservación con el papel indicador de pH (según aplique).
- ix. Se procede con el llenado del formato PM0314-F04 "Cadena de custodia – agua, sedimento y suelo" para los parámetros que requieran análisis de laboratorio.
- x. En caso de realizar mediciones en campo, se registrarán los datos en el formato PM0313-F32 "Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados"
- xi. Finalmente, se colocan las muestras en caja térmica con cadena de frío (según aplique) hasta su ingreso de las mismas al laboratorio.

d. Toma de muestra y mediciones de campo en cuerpos de agua superficial desde la orilla

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. Dependiendo de las condiciones del cuerpo de agua superficial (caudaloso y profundo) y el criterio del operador de ensayos de calidad de agua, la toma de muestra se realiza en una zona donde el flujo sea homogéneo y a contracorriente, evitando zonas de turbulencia.
- ii. Para coleccionar la muestra, se puede realizar una toma directa y/o utilizar un brazo muestreador donde se colocan los frascos, se aseguran y se retira la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- iii. Se extiende el brazo muestreador lo más alejado de la orilla, sumergiendo el recipiente hasta una profundidad de 20 cm a 30 cm en dirección

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

contraria al flujo. Considerar la sección c. En cuerpos de agua superficial de bajo caudal del presente instructivo, para coleccionar la muestra.

- iv. En caso las condiciones no lo permitan se recolectará la muestra en un balde para su posterior trasvase a los frascos.
- v. Se adicionan los preservantes respectivos una vez coleccionadas las muestras, de acuerdo con las consideraciones establecidas por el laboratorio externo (contrato); asimismo se verificará la preservación con el papel indicador de pH (según aplique).
- vi. Se procede con el llenado del formato PM0314-F04 "Cadena de custodia – agua, sedimento y suelo" para los parámetros que requieran análisis de laboratorio.
- vii. En caso de realizar mediciones en campo, se registrarán los datos en el formato PM0313-F32 "Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados".
- viii. Finalmente, se colocan las muestras en caja térmica con cadena de frío (según aplique) hasta su ingreso de las mismas al laboratorio.

e. Toma de muestra y mediciones de campo en cuerpos de agua superficial navegables usando embarcación

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. Para recolectar las muestras, la proa deberá estar orientada en contra de la corriente.
- ii. Se recomienda que al momento del muestreo no debe existir otras embarcaciones cercanas o estáticas, que puedan influir en las condiciones del cuerpo de agua, y de ser el caso, se sugiere esperar unos minutos a que las embarcaciones cercanas sigan su rumbo y proceder con la toma de muestra.
- iii. Las muestras de agua superficial, en el caso de embarcaciones con motor, son recolectadas con la ayuda del brazo muestreador y en el lado opuesto del motor de la embarcación; y en el caso de embarcaciones sin motor, por la proa.
- iv. Antes de coleccionar la muestra, se deben enjuagar los frascos como mínimo dos (2) veces, a excepción de los parámetros microbiológicos y orgánicos; el enjuague se debe realizar con la misma agua de donde se colecciona la muestra.
- v. El recipiente debe ser sumergido entre 20 cm a 30 cm aproximadamente, desde la superficie en dirección opuesta a la corriente (a excepción de los parámetros que son menos densos que el agua).
- vi. Para parámetros microbiológicos, se deja un espacio vacío del 10% aproximadamente del volumen del recipiente.
- vii. Para el parámetro DBO₅ y pruebas ecotoxicológicas, se llena completamente el recipiente sin burbujas.
- viii. Para muestras a diferentes profundidades se usa la botella Niskin o botella Van Dorn, para lo cual, se debe marcar la driza en cada metro y se coloca un lastre de cuarzo o acero inoxidable, por debajo de la botella.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- ix. La botella Niskin o Van Dorn se debe enjuagar como mínimo dos (2) veces con agua del mismo punto de muestreo.
- x. La botella Niskin o Van Dorn se debe abrir en los extremos asegurando que no se cierre.
- xi. Se baja la botella Niskin o Van Dorn a la profundidad objeto de muestreo. Luego de aproximadamente un (1) minuto, se deja caer el mensajero y éste cierra ambos extremos de la botella, para luego proceder a subirla.
- xii. La muestra colectada se vierte a un balde transparente limpio y previamente enjuagado con la muestra. Se deben considerar la sección c. En cuerpos de agua superficial de bajo caudal del presente instructivo, para colectar la muestra según aplique.
- xiii. Una vez colectadas las muestras, se adicionan los preservantes respectivos, de acuerdo con las consideraciones establecidas por el laboratorio externo (contrato); asimismo se verificará la preservación con el papel indicador de pH (según aplique).
- xiv. Finalmente, se colocan las muestras en caja térmica con cadena de frío (según aplique) hasta su ingreso de las mismas al laboratorio.
- xv. Los datos de campo se registran en el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”.

f. Duplicado de la medición de parámetro de campo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. Para realizar un duplicado de campo seguir los pasos indicados en el instructivo I-DEAM-PM0313-23 “Instructivo de ensayos de campo de calidad de agua” ítem h.

g. Aseguramiento de la validez de los resultados y mediciones en campo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. El aseguramiento de calidad para parámetros de campo se realizará según lo indicado en el instructivo I-DEAM-P0313-23 “Instructivo de ensayos de campo de calidad de agua” Ítem i.
- ii. El aseguramiento de la toma de muestras; se aplicará por cada diez (10) muestras o menos según lo indicado en el PM0314-F07 “Plan de muestreo”.
 - Un blanco de campo (metales) o parámetro crítico de interés a evaluar.
 - Un blanco viajero (metales), o parámetro crítico de interés a evaluar.
 - Un duplicado como mínimo del parámetro de análisis para laboratorio más crítico de interés.
 - Un duplicado para los parámetros de campo OD, temperatura, turbiedad, pH y CE según lo indicado en I-DEAM-P0313-23 “Instructivo de ensayos de campo de calidad de agua” Ítem h.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- iii. En el caso de muestras que requieran análisis en laboratorio; luego de recolectada la muestra y preservada, se verifica la preservación con cinta indicadora de pH (según aplique el parámetro).
- iv. Para las mediciones en campo se utilizarán recipientes nuevos y/o jarras; pero no los frascos de las muestras colectadas, ya que puede darse la posibilidad de contaminación por las sondas del equipo multiparámetro; así como de las cubetas del turbidímetro.

2.5. Acciones posteriores al muestreo

a. Conservación y transporte de muestras

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. Cuando las muestras son preservadas, tapadas herméticamente, rotuladas y lacradas según corresponda, se refrigeran en posición vertical a baja temperatura ($5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) en las cajas térmicas con sus respectivos refrigerantes, de acuerdo con las consideraciones establecidas por el laboratorio externo (contrato).
- ii. En ninguna circunstancia, las muestras deben congelarse.
- iii. Al finalizar la toma de muestra en campo si las condiciones lo permiten se procede con el llenado del formato PM0313-F04 "Cadena de Custodia – Agua, Sedimento y Suelo", en caso las condiciones no lo permitan el llenado del formato se realizará en un lugar adecuado asegurando que se realice antes del envío de muestras.
- iv. El envío de muestras perecibles para su análisis (microbiológicos, DBO₅, ecotoxicológicas y otros), deben cumplir con el tiempo establecido en las recomendaciones para la preservación y conservación por el laboratorio externo (contrato).
- v. Se considera el traslado de las muestras al laboratorio, según los tiempos de conservación de cada parámetro, establecidos por el laboratorio externo (contrato).
- vi. En su transporte al laboratorio, toda muestra debe estar siempre acompañada de su cadena de custodia.
- vii. Para evitar que los recipientes sufran golpes, rajaduras o se rompan durante el transporte al laboratorio, debe colocarse entre ellos, el material de empaque limpio (plástico preformado para relleno, también podrá utilizarse cartón o papel corrugado los cuales deberán ser de primer uso).
- viii. Las cajas térmicas deben tener etiquetas que señalen la posición correcta en que deben ser transportados. Si es necesario colocar la etiqueta de "Fragil".
- ix. Una vez que se haya empacado y refrigerado las muestras, se cierran las cajas térmicas, se embalan con cinta adhesiva y plastifilm (*stretch film*) y se transportan lo antes posible al laboratorio teniendo en cuenta los tiempos de perecibilidad. Comunicar el traslado de las muestras al operador de materiales y muestras conforme al procedimiento PM0311 "Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras" o realizar el reporte del envío de muestras en el SIGEMA - Envío de Carga.
- x. Al finalizar las actividades de muestreo, las muestras serán enviadas a UF-OTEC para su verificación y posteriormente sean trasladadas al

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

laboratorio externo (contrato), el equipamiento debe mantenerse en óptimo estado de limpieza y en buenas condiciones de funcionamiento, debiendo comunicar al operador de aprovisionamiento de equipos de la UF-OTEC en caso se presente cualquier desperfecto, daño o pérdida del equipamiento de acuerdo con el procedimiento PM0309 “Aprovisionamiento y devolución de equipamiento” del Manual de Procedimientos “Evaluación Ambiental”.

Anexo N° 1

Definiciones

Blanco de campo

El blanco de campo está referido a una muestra de agua desionizada que proviene desde el laboratorio, dicha agua desionizada se manipula y preserva de igual forma que las muestras de agua según aplique (trasvase a un recipiente de las mismas características utilizado para la toma de muestra. Finalmente, el frasco que contiene el agua desionizada es almacenada en la caja de transporte junto con el frasco del blanco viajero y es enviada a UF-OTEC para su verificación y posterior traslado al laboratorio con las demás muestras colectadas. Este blanco de campo identifica si hubo alguna contaminación durante la toma de muestra.

Estos resultados indicarán cualquier contaminación durante la toma de muestra, manipulación y/o preservación. No debe haber parámetros orgánicos o inorgánicos detectables, con excepción de pH, Ce y Oxígeno disuelto, compatible con el agua desionizada.

Blanco de equipo

El blanco de equipo está referido a una muestra de agua desionizada que proviene desde el laboratorio y que ha tenido contacto con el equipamiento utilizado durante la toma de muestras de agua (no incluye instrumentos analíticos) y se preserva según corresponda.

Dentro del equipamiento utilizado en la recolección de las muestras de agua, se pueden mencionar: equipo de filtración, recipientes de muestreo, cubeta aforada, embudo, brazo muestreador, entre otros que pueden ser utilizados por el operador de ensayos de calidad de agua en campo en la toma o recolección de las muestras de agua.

Blanco viajero

El blanco viajero está referido a una muestra de agua desionizada que proviene desde

I-DEAM-PM0313-01

Versión: **01**

Fecha de aprobación: **30/11/2024**

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

el laboratorio la cual se encuentra preservada en caso aplique, asimismo se transporta en la caja térmica con las demás muestras hasta su entrega para análisis.

Estos resultados indicarán cualquier contaminación durante el transporte y almacenamiento. No debe haber parámetros orgánicos o inorgánicos detectables, con excepción de pH, Ce y Oxígeno disuelto, compatible con el agua desionizada.

Duplicado de muestra.

Se realiza el duplicado recolectando dos (2) muestras en paralelo en caso las condiciones lo permitan. En caso las condiciones no lo permitan se realiza el duplicado recolectando una muestra en un recipiente la cual será dividido en dos (2) recipientes (dos submuestras) más pequeños para su análisis de laboratorio. Estas muestras se manipulan y preservan de igual forma.

Las muestras duplicadas se toman para cuantificar la precisión de la toma de muestra debido al manipuleo, conservación o contaminación de estas.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo de muestreo y medición de parámetros de campo de agua salina

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra y mediciones de campo del componente agua salina durante el desarrollo de las actividades de evaluación y/o supervisión ambiental.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Respecto a la ubicación de áreas y puntos de muestreo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua debe considerar los siguientes criterios:

- i. La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo se realiza mediante el empleo de un navegador de posicionamiento global (GPS), para lo cual las coordenadas se registran en el Sistema Geodésico Mundial 1984 UTM WGS 84, indicando la zona y la precisión.
- ii. Excepcionalmente bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la operador/a de ensayos de calidad de agua puede coleccionar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con seis (6) decimales como mínimo.
- iii. Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la operador/a de ensayos de calidad de agua registran las referencias de localización resaltantes, tales como:
 - (i) boyas de señalización del final de emisarios submarinos, (ii) concesiones acuícolas, (iii) puentes; (iv) cuerpos de agua; (v) vías de acceso; y, (vi) puntos de confluencia de control del instrumento de gestión ambiental, puertos, formaciones costeras; entre otros.

2.2. Respecto a los registros fotográficos

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua debe considerar los siguientes criterios:

- i. Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos:
 - (i) fotos panorámicas de la zona de muestreo y en caso las condiciones del lugar las permitan realizar un cuadro registro fotográfico, referente a los cuatro (4) puntos cardinales, (norte, sur, este y oeste), y (ii) fotografías durante el muestreo. Además, puede considerarse los siguientes aspectos:
 - Verificar que la fecha y hora indicada en el equipamiento se encuentre en el mismo formato de la cámara fotográfica o filmadora.
 - En caso aplique, se debe realizar el registro fotográfico durante la medición y lectura del equipamiento utilizado; de control de calidad (blanco de campo, blanco viajero, blanco de equipo, muestra duplicada, duplicado de

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

parámetro campo, entre otros, en caso aplique); y, de muestras dirimientes cuando corresponda y/o cuando el administrado lo solicite.

- En caso aplique, se debe realizar registros fotográficos empleando **un vehículo aéreo no tripulado (VANT)**.

- ii. El registro fotográfico de cada punto de muestreo debe indicar la siguiente información en la pizarra acrílica: (i) la fecha (utilizar el formato de dd/mm/aaaa); (ii) hora (considerar el formato de veinticuatro (24) horas u horas inicial y final); (iii) el código de punto de muestreo, (iv) la zona, (v) las coordenadas, (vi) altitud; y (vii) precisión del GPS (ver Figura N° 1).

Código del punto de muestreo		
RSFRAN-01		
Coordenada Este →	E: 654321	Fecha: 30/10/2017
Coordenada Norte →	N: 7654321	Hora: 10:50
Altitud →	h: 10 m.s.n.m	Datum: WGS 84
Precisión GPS →	p: ± 3m	Zona UTM: 17 M

Figura N° 1. Modelo de pizarra para el punto de muestreo de agua salina (orden referencial).

2.3. Acciones previas al muestreo y medición de parámetros de campo

Para la verificación del equipamiento para el muestreo de agua salina, se consideran los siguientes criterios:

En el formato PM0314-F07 “Plan de muestreo” se detalla solicitud y las consideraciones para el muestreo de agua salina.

a. Verificación del equipamiento para el muestreo de agua salina:

- i. Revisar los procedimientos PM0309 “Aprovisionamiento y devolución de equipamiento”, PM0310 “Aprovisionamiento de materiales”, PM0311 “Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras” y PM0313 “Gestión de medición en campo y muestreo ambiental”.
- ii. Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados por el/la operador/a de aprovisionamiento de equipos de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (UF-OTEC) y el/la operador/a de ensayos de agua, en dos (2) momentos: previo a la salida a campo y en la devolución del equipamiento, conforme al procedimiento PM0309 del Manual de procedimientos “Evaluación Ambiental”.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.4. Acciones durante al muestreo

b. Rotulado y etiquetado

- i. Previo a la toma de muestra (de preferencia en el punto de muestreo), los envases se rotulan con plumón indeleble y etiquetan con la siguiente información:
 - Código del punto de muestreo y/o identificación de la muestra.
 - Fecha (dd/mm/aa) y hora del muestreo (hh:mm en formato de 24 horas)
 - Parámetro para analizar.
 - Tipo de matriz conforme al PM0313-F04 “Cadena de custodia – Agua, Sedimento y Suelo” y formato de campo PM0313-F33 “Verificación y ajuste de equipos de medición de agua” y PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”.
 - Preservante (utilizado según parámetro)
 - Cuando corresponda y/o cuando el administrado lo solicite, indicar si es muestra dirimente.
 - Se deberá contar con la cantidad suficiente de etiquetas del Organismo de Evaluación de Fiscalización Ambiental - OEFA, caso contrario y solo en casos de emergencia se pueden emplear etiquetas del laboratorio contratado.
- ii. Antes de la toma de muestra, las etiquetas deben asegurarse con cinta adhesiva de tal manera que estén protegidas de daños de ilegibilidad durante la toma de muestra y traslado hacia el laboratorio.

c. Criterios para el muestreo de agua salina.

- i. La colecta de la muestra puede ser a nivel superficial o a diferentes profundidades. Las muestras del agua salina se colectan en orilla de playas o con el uso de embarcación.
- ii. La verificación y ajuste del equipo multiparámetro y turbidímetro se registrará en el formato PM0313-F33 “Verificación y ajuste de equipos de medición de agua”.
- iii. Se miden los parámetros de campo: Oxígeno Disuelto (OD), temperatura (°C), Potencial de Hidrógeno (pH) y Conductividad eléctrica (CE) (según lo solicitado en el plan de muestreo), haciendo uso del instructivos I-DEAM-PM0309-02 “Instructivo de uso y verificación del Multiparámetro HQ40d”, I-DEAM-PM0309-20 “Instructivo de uso y verificación del Multiparámetro HQ4300”, e Instructivo I-DEAM-PM0313-23 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de agua”
- iv. Asimismo, para las mediciones de los parámetros de campo en agua salina considerar lo siguiente:

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- En la zona superficial, se miden directamente los parámetros si las condiciones lo permiten. En caso no sea posible recolectar la muestra en un balde previamente enjuagado como mínimo dos (2) veces con la misma agua de donde se colecta la muestra y realizar las mediciones solicitadas.
- En las zonas a diferentes profundidades, se obtienen las muestras empleando la botella Niskin o Van Dorn.
- En caso sea necesario la lectura de Oxígeno Disuelto (OD) medido en campo, se considera una corrección por salinidad en el equipo multiparámetro utilizado, de acuerdo a lo indicado en el instructivo de ensayos de campo en calidad de agua I-DEAM-PM0313-23, I-DEAM-PM0309-02 "Instructivo de uso y verificación del Multiparámetro HQ40d", I-DEAM-PM0309-20 "Instructivo de uso y verificación del Multiparámetro HQ4300".

- v. La información generada se registra en el formato PM0313-F32 "Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados".
- vi. El orden de muestreo de los parámetros para análisis de laboratorio será el siguiente: microbiológicas, orgánicos, fisicoquímicas e inorgánicas según amerite.
- vii. Antes de colectar las muestras, los frascos a usar se deben enjuagar como mínimo dos (2) veces, a excepción de los frascos para los parámetros orgánicos y/o microbiológicos.
- viii. Para el caso de muestreo en agua salina con profundidades mayor a seis (6) metros, considerar la toma de muestras en superficie, termoclina y a un (1) metro del fondo.

d. Toma de muestra en agua salina a orillas de playa

- i. En las playas, el/la operador/a de ensayos de calidad de agua ubica las zonas de oleajes tranquilos, colecta las muestras a una profundidad de un metro o hasta que el agua cubra hasta la cintura de lo contrario toma la muestras desde la orilla. Asimismo, se debe evitar tomar muestras en zonas de rompientes de olas.
- ii. Posteriormente, el frasco debe ser enjuagado como mínimo dos (2) veces, excepto para los parámetros microbiológicos y orgánicos.
- iii. Seguidamente recolectar la muestra sin tocar la superficie interna del frasco, en dirección contraria al flujo a una profundidad de 20 cm a 30 cm aproximadamente.
- iv. Los parámetros orgánicos o parámetros que tengan una densidad menor que el agua, deben ser recolectados únicamente en la superficie.
- v. Para parámetros microbiológicos, se deja un espacio vacío de 10% aproximadamente del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.
- vi. En caso de parámetro DBO5 y pruebas ecotoxicológicas, se llena completamente el recipiente sin burbujas.
- vii. Se adicionan los preservantes respectivos una vez recolectadas las muestras, de acuerdo con las consideraciones establecidas por el laboratorio externo (contrato).

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- viii. Se procede con el llenado del formato PM0314-F04 “Cadena de custodia – agua, sedimento y suelo” para los parámetros que requieran análisis de laboratorio.
- ix. En caso de realizar mediciones de in situ, se registrarán los datos en el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”
- x. Finalmente, se colocan las muestras en caja térmica con cadena de frío (según aplique) hasta su ingreso de las mismas al laboratorio.

e. Toma de muestra en cuerpos de agua de salina navegables usando embarcación

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. Para coleccionar las muestras, la proa deberá estar orientada en contra de la corriente.
- ii. Las muestras de agua salina en el caso de embarcaciones, son recolectadas con la ayuda del brazo muestreador y en el lado opuesto del motor de la embarcación; y en el caso de embarcaciones sin motor, por la proa.
- iii. Antes de coleccionar la muestra, enjuaga los frascos como mínimo dos (2) veces, a excepción de los parámetros microbiológicos y orgánicos; el enjuague se debe realizar con la misma agua de donde se recolecta la muestra.
- iv. El recipiente debe ser sumergido entre 20 cm a 30 cm aproximadamente, desde la superficie en dirección opuesta a la corriente.
- v. Los parámetros orgánicos o parámetros que tengan una densidad menor que el agua, deben ser recolectados únicamente en la superficie.
- vi. Para parámetros microbiológicos, se deja un espacio vacío del 10% aproximadamente del volumen del recipiente.
- vii. Para el parámetro DBO₅ y pruebas ecotoxicológicas, se llena completamente el recipiente sin burbujas.
- viii. Para muestras a diferentes profundidades se usa la botella Niskin o botella Van Dorn, para lo cual, se debe marcar la driza en cada metro y se coloca un lastre de cuarzo o acero inoxidable, por debajo de la botella.
- ix. La botella Niskin o Van Dorn se debe enjuagar como mínimo dos (2) veces con agua del mismo punto de muestreo.
- x. La botella Niskin o Van Dorn se debe abrir en los extremos asegurando que no se cierre.
- xi. Se baja la botella Niskin o Van Dorn a la profundidad objeto de muestreo. Luego de aproximadamente un (1) minuto, se deja caer el mensajero y éste cierra ambos extremos de la botella, para luego proceder a subirla.
- xii. La muestra recolectada se vierte a un balde transparente limpio y previamente enjuagado con la muestra. Se deben considerar la sección c. En cuerpos de agua superficial de bajo caudal del presente instructivo, para coleccionar la muestra según aplique.
- xiii. Se adicionan los preservantes respectivos una vez recolectadas las muestras, de acuerdo con las consideraciones establecidas por el laboratorio externo (contratado); asimismo, se verificará la preservación

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

con el papel indicador de pH (según aplique).

- xiv. Finalmente, se colocan las muestras de la caja térmica con cadena de frío (según aplique) hasta su ingreso de las mismas al laboratorio externo (contrato).
- xv. Los datos de campo se registran en los formatos PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”

f. Duplicado de la medición de parámetro de campo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. Para realizar un duplicado de campo seguir los pasos indicados en el instructivo I-DEAM-PM0313-23 “Instructivo de ensayos de campo de calidad de agua” ítem h.

g. Aseguramiento de la validez de los resultados y mediciones en campo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. El aseguramiento de calidad para parámetros de campo se realizará según el I-DEAM-P0313-23 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de agua” ítem i.
- ii. El aseguramiento de calidad de la toma de muestra se aplicará por cada diez (10) muestras o menos según lo indicado en el PM0314-F07 “Plan de muestreo”.
 - Un blanco de campo (metales) o parámetro crítico de interés a evaluar.
 - Un blanco viajero (metales), o parámetro crítico de interés a evaluar.
 - Un duplicado como mínimo del parámetro de análisis para laboratorio más crítico de interés.
 - Un duplicado para los parámetros de campo OD, temperatura, pH y CE según lo indicado en I-DEAM-P0313-XX “Instructivo de ensayos de campo en calidad de agua” ítem h.
 - En el caso de muestras que requieran análisis en laboratorio; luego de recolectada la muestra y preservada, se verifica la preservación con cinta indicadora de pH (según aplique el parámetro).

2.5. Acciones posteriores al muestreo

a. Conservación y transporte de muestras

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. Cuando las muestras son preservadas, tapadas herméticamente, rotuladas y lacradas según corresponda se refrigeran en posición vertical a baja temperatura (5°C ±3°C) en las cajas térmicas con sus respectivos

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

refrigerantes, de acuerdo con las consideraciones establecidas por el laboratorio externo (contrato).

- ii. En ninguna circunstancia, las muestras deben congelarse.
- iii. Al finalizar la toma de muestra en campo si las condiciones lo permiten se procede con el llenado del formato PM0313-F04 “Cadena de Custodia – Agua, Sedimento y Suelo”, en caso las condiciones no lo permitan, el llenado del formato se realizará en un lugar adecuado asegurando que se realice antes del envío de muestras.
- iv. El envío de muestras perecibles para su análisis (microbiológicos, DBO₅, ecotoxicológicas y otros), deben cumplir con el tiempo establecido en las recomendaciones para la preservación y conservación por el laboratorio externo (contrato).
- v. Se considera el traslado de las muestras al laboratorio, según los tiempos de conservación de cada parámetro, establecidos por el laboratorio externo (contrato).
- vi. En su transporte al laboratorio, toda muestra debe estar siempre acompañada de su cadena de custodia.
- vii. Para evitar que los recipientes sufran golpes, rajaduras o se rompan durante el transporte al laboratorio, debe colocarse entre ellos, el material de empaque limpio (plástico preformado para relleno, también pueden utilizarse cartón o papel corrugado (los cuales deberán de ser de primer uso).
- viii. Las cajas térmicas deben tener etiquetas que señalen la posición correcta en que deben ser transportados. Si es necesario colocar la etiqueta de “Frágil”.
- ix. Una vez que haya empacado y refrigerado las muestras, se cierran las cajas térmicas, se embalan con cinta adhesiva y plastifilm (strech film) y se transportan lo antes posible al laboratorio teniendo en cuenta los tiempos de perecibilidad. Comunicar el traslado de las muestras conforme al procedimiento PM0311 “Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras”, o realizar el reporte del envío de muestras en el SIGEMA - Envío de Carga.
- x. Al finalizar las actividades de muestreo, las muestras serán enviadas a UF-OTEC para su verificación y posteriormente sean trasladadas al laboratorio externo (contratado) y el equipamiento debe mantenerse en óptimo estado de limpieza y en buenas condiciones de funcionamiento, debiendo comunicar al operador de materiales y muestras de la UF-OTEC, en caso se presente cualquier desperfecto, daño o pérdida del equipamiento de acuerdo con el procedimiento PM0309 “Aprovisionamiento y devolución de equipamiento” del Manual de Procedimientos “Evaluación Ambiental”.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Anexo N° 1 Definiciones

Blanco de campo

El blanco de campo está referido a una muestra de agua desionizada que proviene desde el laboratorio externo (contrato), dicha agua desionizada se manipula y preserva de igual forma que las muestras de agua según aplique (trasvase a un recipiente de las mismas características utilizado para la toma de muestra. Finalmente, el frasco que contiene el agua desionizada es almacenada en la caja de transporte junto con el frasco del blanco viajero y es enviada a UF-OTEC para su verificación y posterior traslado al laboratorio con las demás muestras recolectadas. Este blanco de campo identifica si hubo alguna contaminación durante la toma de muestra.

Estos resultados indicarán cualquier contaminación durante la toma de muestra, manipulación y/o preservación. No debe haber parámetros orgánicos o inorgánicos detectables, con excepción de pH, Ce y Oxígeno disuelto, compatible con el agua desionizada.

Blanco de equipo

El blanco de equipo está referido a una muestra de agua desionizada que proviene desde el laboratorio externo (contrato), y que ha tenido contacto con el/los equipos utilizados durante la toma de muestras de agua (no incluye instrumentos analíticos) y se preserva según corresponda.

Dentro de equipos utilizados en la recolección de las muestras de agua, se pueden mencionar: equipo de filtración, recipientes de muestreo, cubeta aforada, embudo, brazo muestreador, entre otros que pueden ser utilizados por el operador de ensayos de calidad de agua en campo en la toma o recolección de las muestras de agua.

Blanco viajero

El blanco viajero está referido a una muestra de agua desionizada que proviene desde el laboratorio externo (contrato) la cual se encuentra preservada en caso aplique, así mismo se transporta en la caja térmica con las demás muestras hasta su entrega para análisis.

Estos resultados indicarán cualquier contaminación durante el transporte y almacenamiento. No debe haber parámetros orgánicos o inorgánicos detectables, con excepción de pH, Ce y Oxígeno disuelto, compatible con el agua desionizada.

Duplicado de muestra

Se realiza el duplicado recolectando dos (2) muestras en paralelo en caso las condiciones lo permitan. En caso las condiciones no lo permitan se realiza el duplicado

I-DEAM-PM0313-02

Versión: 01

Fecha de aprobación: 30/11/2024

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

recolectando una muestra en un recipiente la cual será dividida en (2) recipientes (dos submuestras) más pequeños para su análisis de laboratorio. Estas muestras se manipulan y preservan de igual forma.

Las muestras duplicadas se toman para cuantificar la precisión de la toma de muestra debido al manipuleo, conservación o contaminación de las mismas.

ANEXO N° 2

Referencias Bibliográficas

- Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.
- NTP 214.042:2012 Calidad de agua. Clasificación de la matriz de agua para ensayos de laboratorio.
- NTP 214.042:2012/COR 1 2013 Calidad de agua. Clasificación de la matriz de agua para ensayos de laboratorio.
- SMEWW-APHA- AWWAWEF. Part 4500 H+ B. 24th Edition pH. Electrometric Method.
- NTP 214.029:2023. CALIDAD DE AGUA. Determinación de pH en agua. Método electrométrico. 4ª Edición.
- SMEWW-APHA- AWWAWEF. Part 2550 B. 24th Edition. Temperature.
- NTP 214.050:2013 (revisada el 2018). CALIDAD DE AGUA. Determinación de la temperatura en agua. 1ª Edición.
- SMEWW-APHA- AWWAWEF. Part 2510 B, 24th Edition. Conductivity. Laboratory Method
- NTP 214.046 2013 (revisada el 2018). CALIDAD DE AGUA. Determinación de oxígeno disuelto en agua. Método de sonda instrumental. Sensor basado en luminiscencia.
- SMEWW-APHA- AWWAWEF Part 2130 B, 24th Edition. Turbidity. Nephelometric Method.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo de muestreo y medición de parámetros de campo de agua natural - subterránea

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra del componente agua natural - subterránea durante el desarrollo de la evaluación y/o supervisión ambiental.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Respetto a la ubicación de áreas y puntos de muestreo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua debe considerar los siguientes criterios:

- i. La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo se realiza mediante el empleo de un navegador de posicionamiento global (GPS), para lo cual las coordenadas se registran en el Sistema Geodésico Mundial 1984 UTM WGS 84, indicando la zona y la precisión.
- ii. Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la operador de ensayos de calidad de agua puede recolectar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con seis (6) decimales como mínimo.
- iii. Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la operador/a de ensayos de calidad de agua registra las referencias de localización resaltantes, tales como: depósito de relaves, depósitos de desmontes, puentes, cuerpos de agua, comunidades campesinas, centros poblados, vías de acceso, puntos de confluencia de control del instrumento de gestión ambiental, entre otros.

2.2. Respetto a los registros fotográficos

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua debe considerar los siguientes criterios:

- i. Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos:
 - (i) la foto panorámica de la zona de muestreo y en caso las condiciones del lugar las permitan realizar un cuadro registro fotográfico, referente a los cuatro (4) puntos cardinales, (norte, sur, este y oeste),
 - (ii) durante el muestreo. Además, puede considerarse lo siguiente:
 - Verificar que la fecha y hora indicada en el equipamiento se encuentre en el mismo formato de la cámara fotográfica o filmadora.
 - En caso aplique, se debe realizar el registro fotográfico durante la medición y lectura del equipamiento utilizado; de control de calidad (blanco de campo, blanco viajero, blanco de equipo, muestra duplicada, duplicado de parámetro campo, entre otros en caso aplique); y, de muestras dirimentes cuando corresponda y/o cuando el administrado lo solicite.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- En caso aplique, se debe realizar registros fotográficos empleando **un vehículo aéreo no tripulado (VANT)**.

- ii. El registro fotográfico de cada punto de muestreo debe indicar la siguiente información en la pizarra acrílica: (i) la fecha (cuando corresponda utilizar el formato de dd/mm/aaaa); (ii) hora (considerar el formato de veinticuatro (24) horas u horas inicial y final); (iii) el código de punto de muestreo, (iv) la zona; y, (v) las coordenadas (vi) altitud; y (vii) precisión del GPS (ver Figura N° 1).

Código del punto de muestreo ↓ RSFRAN-01		
Coordenada Este →	E: 654321	Fecha: 30/10/2017
Coordenada Norte →	N: 7654321	Hora: 10:50
Altitud →	h: 10 m.s.n.m	Datum: WGS 84
Precisión GPS →	p: ± 3m	Zona UTM: 17 M

Figura N° 1. Modelo de pizarra para el punto de muestreo de agua subterránea. (Orden referencial)

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua debe realizar las siguientes acciones:

En el formato PM0314-F07 “Plan de muestreo” se detalla la solicitud y las consideraciones para el muestreo de agua subterránea.

a. Verificación del equipamiento para el muestreo de agua subterránea.

- i. Se revisarán los procedimientos PM0309 “Aprovisionamiento y devolución de equipamiento”, PM0310 “Aprovisionamiento de materiales”, PM0311 “Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras” y PM0313 “Gestión de medición en campo y muestreo ambiental”.
- ii. Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados de por el operador de aprovisionamiento de equipos de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (UF-OTEC) y el operador de ensayos de calidad de agua de las áreas usuarias, en dos (2) momentos: (i) previo a la salida a campo; y, (ii) la devolución del equipamiento,

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

conforme al procedimiento PM0309 “Aprovisionamiento y devolución de equipamiento”.

b. Respecto al muestreo de agua subterránea (piezómetros)

Diferentes criterios pueden ser utilizados para determinar qué piezómetros y pozos deben muestrearse, incluyendo los siguientes:

- Identificar la cantidad y características estructurales de los piezómetros a evaluar (Diámetro de la tubería, nivel piezométrico, nivel freático y profundidad total, tubería libre) en metros.
- Identificar la ubicación de los piezómetros y su entorno.
- Identificar los parámetros a muestrear durante el muestreo de agua subterránea (COVs, metales totales, metales disueltos, aniones, entre otros).
- Establecer la profundidad de muestreo respecto del nivel freático.
- Identificar la metodología adecuada para la campaña de muestreo de agua subterránea, en función de los parámetros y objetivos establecidos para el muestreo.

2.4. Acciones durante al muestreo^{1,2}

a. Rotulado y etiquetado

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- Previo a la toma de muestra (de preferencia en el punto de muestreo), los envases se rotulan con plumón indeleble y etiquetan con la siguiente información:
 - Código del punto de muestreo y/o identificación de la muestra.
 - Fecha (dd/mm/aaaa) y hora del muestreo (hh:mm en formato de 24 horas).
 - Parámetro para analizar.
 - Tipo de matriz conforme al PM0313-F04 “Cadena de Custodia – Agua, Sedimento y Suelo” y formato de campo PM0313-F33 “Verificación y ajuste de equipos de medición de agua” y PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”
 - Preservante (utilizado según el parámetro).
 - Cuando corresponda y/o cuando el administrado lo solicite, indicar si es muestra dirimente.
 - Se deberá contar con la cantidad suficiente de etiquetas de Organismos de Evaluación de Fiscalización Ambiental - OEFA, caso contrario y solo

¹ United State Environment Protection Authority. (2000). *Groundwater Sampling Guidelines*. U. S. Environment Protection Authority. <https://www.epa.vic.gov.au/about-epa/publications/669>.

² United States Geological Survey [USGS]. (2015). *National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data. U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources. Investigations, Book 9*. United States Geological Survey [USGS]. <https://DOI.org/10.3133/twri09>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

en casos de emergencia se pueden emplear etiquetas del laboratorio contratado.

- ii. Antes de la toma de muestra, las etiquetas deben asegurarse con cinta adhesiva de tal manera que estén protegidas de daños de ilegibilidad durante la toma de muestra y traslado hacia el laboratorio.

b. Inspección del piezómetro

- i. Identificar el tipo de piezómetro, diámetro de la tubería, nivel del agua y profundidad total del piezómetro en metros.
- ii. Registrar la información del piezómetro en el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados

c. Medición de nivel piezométrico

Para la medición de nivel piezométrico, el/la operador/a de ensayos de calidad de agua toma en cuenta lo siguiente:

- i. Verifica que la sonda funcione adecuadamente.
- ii. Verifica la longitud desde el punto de contacto de medición del sensor y de encontrar diferencia anota el valor de corrección.
- iii. Encienda la sonda de la interfase y realice la prueba de funcionamiento. La prueba resultará exitosa si se ilumina el piloto (foco pequeño de color rojo) y el equipo emite, por unos segundos, un pitido continuo.
- iv. Luego, instala o coloca el carrete con la sonda de nivel en la parte externa del piezómetro, verificando que esta se encuentre inactiva, con el foco LED apagado y que no se escuche el pitido que emite el instrumento.
- v. Seguidamente, introduce la sonda en el piezómetro, hasta que el electrodo entre en contacto con el agua, emita la señal sonora y se encienda el foco LED rojo (en caso aplique).
- vi. En base a ello, registra la lectura de la profundidad, (o nivel estático o nivel dinámico) a la que se encuentra el agua.
- vii. Al enrollar la sonda, se debe tener los cuidados al momento del ascenso con el objetivo de no arrastrar algún tipo de desecho como sea posible.
- viii. A continuación, mide la profundidad (teniendo en cuenta los cuidados para evitar contaminación) y diámetro del pozo o piezómetro; y se calcula el volumen y procede a purgar con bomba o baylers el pozo o piezómetro.

d. Purgado del piezómetro

- i. En general, se recomienda purgar tres (3) volúmenes del piezómetro o más hasta alcanzar la estabilidad de los parámetros descritos en la Tabla N° 1 y en caso los acuíferos sean de recuperación lenta, el purgado hasta que se estabilicen los parámetros.
- ii. Selecciona el mecanismo de purga de agua, de acuerdo con la altura y volumen que se requiere purgar.
- iii. Realiza la medición en campo con el equipo multiparámetro y registrar los datos en el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- iv. Cuando los parámetros en campo se han estabilizado, la muestra puede recolectarse, a una velocidad más lenta o igual a la velocidad de purga.

e. Cálculo del volumen de agua del pozo hasta alcanzar el equilibrio

- Los piezómetros deben ser purgados hasta que toda el agua estancada se elimine y el agua dentro del mismo sea representativa como agua de formación (ver Figura N° 2).
- Calcula el volumen utilizando la siguiente ecuación (1.1):

$$Vp = \pi \times r^2 \times h \quad (1.1)$$

Donde:

Vp : volumen de purgado
r : radio de piezómetro
h : altura de la columna de agua

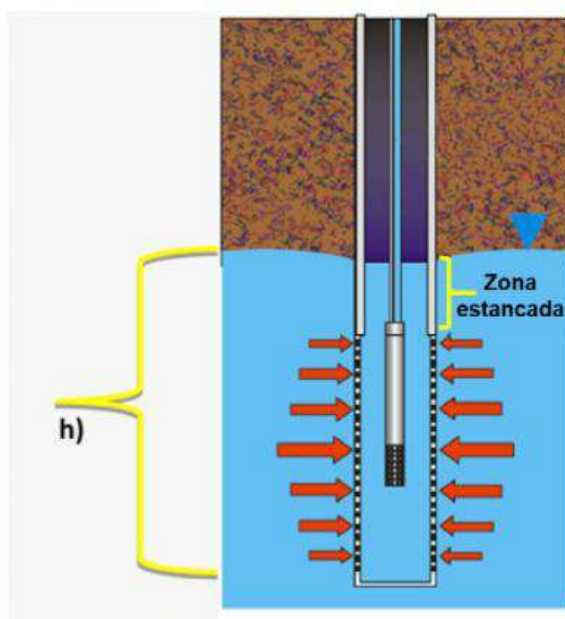


Figura N° 2. Referencia para el cálculo del volumen

- Los parámetros pueden considerarse estables cuando registren valores entre 3 y 5 mediciones como mínimo y estén dentro de los valores de la siguiente Tabla N° 1:

Tabla N° 1. Criterios de lecturas dentro de la purga de pozos

Parámetro para medir	Criterio de finalización de purga
Oxígeno disuelto	± 0,2 mg/l
Conductividad eléctrica	± 5,0 µS/cm si los valores son inferiores a 1000 µmhos/cm

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	$\pm 10 \mu\text{S/cm}$ si los valores son superiores a 1000 $\mu\text{mhos/cm}$
pH	$\pm 0,1$ unidad de pH
Temperatura	$\pm 0,1^\circ\text{C}$
Turbiedad	<5 NTU (Unidades Nefelométricas de turbiedad).
Eh (Potencial Redox)	± 30 mV

Fuente: Karklins, S. 1996.

- iv. Dentro de los parámetros descritos en la Tabla N° 1 se debe garantizar como mínimo la estabilización del parámetro conductividad eléctrica (Según lo indicado en NTP-ISO 5667-11:2020 ítem 6).

f. Muestreo de agua subterránea

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- Posterior al proceso de purgado y estabilización de parámetros físicoquímicos, inmediatamente, mide los parámetros en el siguiente orden: Oxígeno Disuelto (OD), Temperatura ($^\circ\text{C}$), Potencial de Hidrógeno (pH), Conductividad Eléctrica (CE) y Turbiedad haciendo uso de los instructivos I-DEAM-PM0309-02 “Instructivo de uso y verificación del Multiparámetro HQ40d”, I-DEAM-PM0309-20 “Instructivo de uso y verificación del Multiparámetro HQ4300”, I-DEAM-PM0309-04 “Instructivo de Uso y Verificación del Turbidímetro” e Instructivo I-DEAM-PM0313-23 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de agua”, según aplique.
- En caso contrario, considera las concentraciones o valores de las lecturas de estabilización, para la colecta de las muestras.
- La verificación o ajuste del equipo multiparámetro se registra en el formato PM0313-F33 “Verificación y ajuste de equipos de medición de agua” antes de realizar una medición del parámetro.
- Antes de realizar la toma de muestra de agua, enjuaga el recipiente o balde como mínimo dos (2) veces.
- Se adicionan los preservantes respectivos una vez recolectadas las muestras, de acuerdo con las consideraciones establecidas por el laboratorio externo (contrato).
- Los datos se registran en el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”
- Finalmente, rotula la muestra considerando la sección a. *Rotulado y etiquetado* del presente instructivo.

g. Duplicado de la medición de parámetros de campo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- Para realizar un duplicado de campo seguir los pasos indicados en el instructivo I-DEAM-PM0313-23 “Instructivos de ensayos de campo en calidad de agua” ítem h.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

h. Aseguramiento de la validez de los resultados y mediciones en campo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. El aseguramiento de calidad para parámetros de campo se realizará según lo indicado en el instructivo I-DEAM-PM0313-23 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de agua” ítem i.
- ii. Aseguramiento de calidad de la toma de muestras; se aplicará por cada diez (10) muestras o menos según lo indicado en el PM0314-F07 “Plan de muestreo”; tomando en cuenta la matriz más susceptible.
 - Un (1) blanco de campo (metales) o parámetro crítico de interés a evaluar.
 - Un (1) blanco viajero (metales).
 - Un (1) duplicado como mínimo del parámetro de análisis para laboratorio.
 - Una (1) duplicado para los parámetros de campo OD, T(°C), pH y C.E. según lo indicado en el instructivo I-DEAM-PM0313-23 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de agua” ítem h según aplique.
- iii. En el caso de muestras que requieran análisis en laboratorio; luego de recolectada la muestra y preservada, se verifica la preservación con cinta indicadora de pH (según aplique el parámetro).
- iv. Para las mediciones en campo utiliza recipientes nuevos y/o jarras no los frascos de las muestras recolectadas, ya que puede darse la posibilidad de contaminación por las sondas del equipo multiparámetro; así como de las cubetas del turbidímetro.

2.5. Acciones posteriores al muestreo

a. Conservación y transporte de muestras

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. Cuando las muestras son preservadas, tapadas herméticamente, rotuladas y lacradas según corresponda se refrigeran en posición vertical a baja temperatura (5°C ±3°C) en las cajas térmicas con sus respectivos refrigerantes, de acuerdo con las consideraciones establecidas por el laboratorio externo (contrato).
- ii. En ninguna circunstancia, las muestras deben congelarse.
- iii. Al finalizar la toma de muestra en campo si las condiciones lo permiten se procede con el llenado del formato PM0313-F04 “Cadena de Custodia – Agua, Sedimento y Suelo”, en caso las condiciones no lo permitan el llenado del formato se realizará en un lugar adecuado asegurando que se realice antes del envío de muestras.
- iv. El envío de muestras perecibles para su análisis (microbiológicos, DBO₅, ecotoxicológicas y otros), deben cumplir con el tiempo establecido en las

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- recomendaciones para la preservación y conservación por el laboratorio externo (contrato).
- v. Se considera el traslado de las muestras al laboratorio, según los tiempos de conservación de cada parámetro, establecidos por el laboratorio externo (contrato).
 - vi. En su transporte al laboratorio, toda muestra debe estar siempre acompañada de su cadena de custodia conforme al formato PM0313-F04 "Cadena de custodia - Agua, Sedimento y Suelo".
 - vii. Para evitar que los recipientes sufran golpes, rajaduras o se rompan durante el transporte al laboratorio, debe colocarse entre ellos, el material de empaque limpio (plástico preformado para relleno, también pueden utilizarse cartón o papel corrugado (los cuales deberán ser de primer uso).
 - viii. Las cajas térmicas deben tener etiquetas que señalen la posición correcta en que deben ser transportados.
 - ix. Una vez que haya empacado y refrigerado las muestras, se cierran las cajas térmicas, se embalan con cinta adhesiva y plastifilm (stretch film) y se transportan lo antes posible al laboratorio teniendo en cuenta los tiempos de perecibilidad. Comunicar el traslado de las muestras al operador de materiales y muestras conforme al procedimiento PM0311 "Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras", o realizar el reporte del envío de muestras en el SIGEMA - Envío de Carga.
 - x. Al finalizar las actividades de muestreo, el equipamiento debe mantenerse en óptimo estado de limpieza y en buenas condiciones de funcionamiento, debiendo comunicar a el/la operador de aprovisionamiento de equipos de la UF-OTEC, en caso se presente cualquier desperfecto, daño o pérdida del equipamiento de acuerdo con el procedimiento PM0309 "Aprovisionamiento y Devolución de Equipamiento" del Manual de Procedimientos "Evaluación Ambiental".

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Anexo N° 1

Definiciones

Blanco de campo

El blanco de campo está referido a una muestra de agua desionizada que proviene desde el laboratorio externo (contrato), dicha agua desionizada se manipula y preserva de igual forma que las muestras de agua según aplique (trasvase a un recipiente de las mismas características utilizado para la toma de muestra. Finalmente, el frasco que contiene el agua desionizada es almacenada en la caja de transporte junto con el frasco del blanco viajero y es enviada a UF-OTEC para su verificación y posterior traslado al laboratorio con las demás muestras colectadas. Este blanco de campo identifica si hubo alguna contaminación durante la toma de muestra.

Estos resultados indicarán cualquier contaminación durante la toma de muestra, manipulación y/o preservación. No debe haber parámetros orgánicos o inorgánicos detectables, con excepción de pH, Ce y Oxígeno disuelto, compatible con el agua desionizada.

Blanco de equipo

El blanco de equipo está referido a una muestra de agua destilada que proviene desde el laboratorio externo (contrato) y que ha tenido contacto con el/los equipos utilizados durante la toma de muestras de agua (no incluye instrumentos analíticos) y se preserva según corresponda.

Dentro de equipos utilizados en la recolección de las muestras de agua, se pueden mencionar: equipo de filtración, recipientes de muestreo, cubeta aforada, embudo, brazo muestreador, entre otros que pueden ser utilizados por el operador de ensayos de calidad de agua en campo en la toma o recolección de las muestras de agua.

Blanco viajero

El blanco viajero está referido a una muestra de agua desionizada que proviene desde el laboratorio externo (contrato) la cual se encuentra preservada en caso aplique, así mismo se transporta en la caja térmica con las demás muestras hasta su entrega para análisis.

Estos resultados indicarán cualquier contaminación durante el transporte y almacenamiento. No debe haber parámetros orgánicos o inorgánicos detectables, con excepción de pH, Ce y Oxígeno disuelto, compatible con el agua desionizada.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Duplicado de muestra

Se realiza el duplicado recolectando dos (2) muestras en paralelo en caso las condiciones lo permitan. En caso las condiciones no lo permitan se realiza el duplicado recolectando una muestra en un recipiente la cual será dividida en dos (2) recipientes (dos submuestras) más pequeños para su análisis de laboratorio. Estas muestras se manipulan y preservan de igual forma.

Las muestras duplicadas se toman para cuantificar la precisión de la toma de muestra debido al manipuleo, conservación o contaminación de las mismas.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo de ensayos de campo en calidad de agua

I. OBJETIVO

La presente instrucción establece los pasos a seguir para la medición de ensayos de campo, a fin de conocer su calidad, durante el desarrollo de las acciones de evaluación y/o supervisión ambiental.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Respetto a la ubicación de áreas y puntos de muestreo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua debe considerar los siguientes criterios:

- La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo, mediante el empleo de un navegador de posicionamiento global (GPS); para lo cual, las coordenadas se registran en el Sistema Geodésico Mundial 1984, UTM WGS 84, indicando la zona y la precisión.
- Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la operador/a de ensayos de calidad de agua puede coleccionar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con seis (6) decimales como mínimo.
- Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la operador/a de ensayos de calidad de agua registra en el campo de observaciones del formato PM0313-F32 "Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados", las referencias de localización resaltantes de los componentes ambientales, tales como: (i) depósito de relaves; (ii) depósitos de desmontes; (iii) puentes; (iv) cuerpos de agua; (v) comunidades campesinas; (vi) centros poblados; (vii) vías de acceso; y, (viii) puntos de control del instrumento de gestión ambiental.

2.2. Respetto a los registros fotográficos

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua debe considerar los siguientes criterios:

- Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos en los siguientes casos: (i) fotos panorámicas de la zona de muestreo y en caso las condiciones del lugar las permitan realizar un cuadro registro fotográfico, referente a los cuatro (4) puntos cardinales, (norte, sur, este y oeste), y (ii) fotografías durante el muestreo. Además, considerar lo siguiente:
 - Verificar que la fecha y hora indicada en el equipamiento se encuentre en el mismo formato de la cámara fotográfica o filmadora.
 - En caso aplique, se debe realizar el registro fotográfico durante la medición y lectura del equipamiento utilizado; de control de calidad (duplicados de campo y/o blanco de equipo en caso aplique) y, de muestras dirimentes.
 - En caso aplique se considerar en el registro fotográfico las coordenadas

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

UTM.

- En caso aplique, se debe realizar registros fotográficos empleando **un vehículo aéreo no tripulado (VANT)**
- ii. El registro fotográfico de cada punto de muestreo debe indicar la siguiente información en la pizarra acrílica: (i) la fecha (utilizar el formato de dd/mm/aaaa); (ii) hora (considerar el formato de veinticuatro (24) horas u horas inicial y final); (iii) el código de punto de muestreo, (iv) la zona, (v) las coordenadas (vi) altitud; y (vii) precisión del GPS (ver Figura 1).

Código del punto de muestreo	
RSFRAN-01	
Coordenada Este →	E: 654321 Fecha: 30/10/2017
Coordenada Norte →	N: 7654321 Hora: 10:50
Altitud →	h: 10 m.s.n.m Datum: WGS 84
Precisión GPS →	p: ± 3m Zona UTM: 17 M

Figura N° 1. Modelo de pizarra para el punto de muestreo (orden referencial)

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua debe realizar las siguientes acciones:

En el formato PM0314-F07 “Plan de muestreo” se detalla la solicitud y consideraciones para las mediciones en campo de calidad de agua.

a. Verificación del equipamiento.

Para la verificación del equipamiento, se consideran los siguientes criterios:

- i. Revisar los procedimientos PM0309 “Procedimiento, aprovisionamiento y devolución de equipamiento”, PM0310 “Procedimiento, aprovisionamiento de materiales”, PM0311 “Procedimiento gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras” y PM0313 “Gestión de medición en campo y muestreo ambiental”.
- ii. Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento las realiza el/la operador de aprovisionamiento de equipos de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (UF-OTEC).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- iii. Posterior el operador de ensayos de calidad de agua realiza la verificación del equipamiento. Esto se realiza en dos momentos: previo a la salida a campo y en la devolución del equipamiento, conforme al procedimiento PM0309 del Manual de procedimientos “Evaluación Ambiental”.

2.4. Acciones durante la medición

a. Rotulado y etiquetado

No Aplica.

b. Criterios para la medición

- Las mediciones de ensayos de campo, se realizan en base a los tipos de agua comprendidas dentro de la NTP 214.042:2012 “Clasificación de la matriz agua para ensayos de laboratorio”.
- Antes de iniciar las mediciones en campo se realizará la verificación y ajuste del equipo multiparámetro y turbidímetro (según aplique), asimismo los valores obtenidos se registrarán en el formato PM0313-F33 “Verificación y ajuste de equipos de medición de agua”.
- Las mediciones obtenidas y los resultados del aseguramiento de validez de resultados se registrarán en el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”.
- Se enjuagarán todos los materiales (los frascos o jarras entre otros que se emplearán para la medición de los ensayos de campo y que tengan contacto con la muestra) como mínimo dos (2) veces con la misma agua de donde se recolecta la muestra.
- Para el manejo de los equipos se tomará en cuenta los siguientes documentos: I-DEAM-PM0309-02 “Instructivo de uso y verificación del multiparámetro HQ40d”, del instructivo I-DEAM-PM0309-20 “Uso y verificación del multiparámetro HQ4300” y del I-DEAM-PM0309-04 “Instructivo uso y verificación de turbidímetro”.
- Los parámetros de pH, Temperatura, Oxígeno disuelto deben ser medidos en un tiempo máximo de 15 minutos después de recolectada la muestra. En el caso del parámetro de conductividad el tiempo de perecibilidad es de veintiocho (28) días teniendo en cuenta que deberá mantenerse a una temperatura menor o igual a 6°C y para el parámetro de turbiedad un tiempo de perecibilidad de veinticuatro (24) horas teniendo en cuenta que deberá mantenerse a una temperatura menor o igual a 6°C.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

c. Verificación, Ajuste y Medición de pH:

Verificar que el sensor de pH se encuentre siempre húmedo con la solución de almacenamiento (KCl) dentro del protector y esponja, caso contrario se adicionará a la cápsula la cantidad suficiente de solución durante unos minutos para activarlo. En caso de visualizar sales en el electrodo, se procederá con la limpieza del mismo aplicando agua desionizada y luego secar con papel tissue.

Antes de iniciar con las mediciones el/la operador/a de ensayos de calidad de agua realizará las siguientes acciones:

c.1 Verificación de la sonda de pH del Multiparámetro:

La verificación de la sonda de pH se realizará empleando los buffers de pH 4.01, pH 7.00 y pH 10.01 (lote diferente a los buffers de ajuste), la verificación se realizará por cada diez (10) puntos de muestreo o menos por día (si corresponden a la misma matriz), por cambios de matriz o por plan de muestreo (el que sea más restrictivo), para ello se sigue las siguientes indicaciones:

- Retire la capucha o cubierta protectora de la sonda y enjuague con agua desionizada. Luego, séquela con papel tissue.
- Colocar la sonda de pH en la solución de verificación pH 4.01 y agitar suavemente, luego de estabilizada la medición se registrará el resultado obtenido en el formato PM0313-F33 "Verificación y ajuste de equipos de medición de agua", se lavará la sonda con agua desionizada y se procederá a secar con papel tissue.
- Se colocará la sonda en el segundo buffer de verificación de pH 7.00, tomando en cuenta las consideraciones antes mencionadas (lavado y secado de sonda entre mediciones), finalmente se repetirá la operación con el buffer de pH 10.01.
- Los valores obtenidos serán registrados en el formato PM0313-F33 "Verificación y ajuste de equipos de medición de agua"; asimismo la verificación deberá cumplir con el criterio de aceptación establecido en el formato en mención, si esto no cumple se debe realizar el ajuste según lo indicado en c.2 y luego nuevamente una verificación de la sonda de pH. Si el problema persiste se notificará al área de mantenimiento para sustituir el equipo observado.

c.2 Ajuste de la sonda de pH del Multiparámetro:

Se realizará el ajuste del sensor de pH empleando los materiales de referencia pH 4.01, pH 7.00 y pH 10.01, según las siguientes indicaciones:

- Retire la capucha o cubierta protectora de la sonda y enjuáguela con agua desionizada. Luego, séquela con papel tissue.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- Seleccionar la opción calibrar y sumergir la sonda agitando suavemente en el buffer de pH 4.01 (ajuste), una vez estabilizada la lectura se enjuagará la sonda con agua desionizada y se seca con papel tissue.
- Se sumerge la sonda agitando suavemente en el buffer de pH 7.00 (ajuste), una vez estabilizada la lectura se enjuagará la sonda con agua desionizada y se seca con papel tissue.
- Finalmente, sumerge la sonda en el buffer de pH 10.01 (ajuste), una vez estabilizada la lectura se enjuagará la sonda con agua desionizada y se seca con papel tissue. Guarde el ajuste y se procede a volver al modo de medición.
- Los valores del ajuste son registrados y evaluados; tomando en cuenta el criterio establecido en el formato PM0313-F33 "Verificación y ajuste de equipos de medición de agua".

c.3 Medición de pH:

La medición de pH se realizará según las siguientes indicaciones:

- Lavar la sonda con agua desionizada, secar con papel tissue e introducir en una porción de muestra recolectada (en una jarra o frasco limpio) agitando suavemente. Si las condiciones lo permiten la lectura también puede realizarse de manera directa en el cuerpo de agua.
- Colocar la sonda en la muestra y agitar suavemente (evitando tocar las paredes y el fondo del recipiente con la sonda) para la medición.
- Anote los valores de pH cuando haya estabilizado la lectura en el formato PM0313-F32 "Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados".
- Terminado la lectura de pH, lavar la sonda con agua desionizada, secar con papel tissue (el lavado se realizará después de cada medición).
- Finalmente, guarde la sonda de pH en la solución de almacenamiento (KCL) y coloque en su maleta de transporte, para mayores detalles del manejo del equipo se empleará el instructivo I-DEAM-PM0309-02 "Uso y verificación del multiparámetro HQ40d" y del instructivo I-DEAM-PM0309-20 "Uso y verificación del multiparámetro HQ4300".

Para la evaluación del duplicado del parámetro de campo, se procederá según lo indicado en el ítem "h" e ítem "i".

d. Verificación, Ajuste y Medición de Conductividad:

Verificar que la sonda de conductividad se encuentre limpia y libre de soluciones salinas, en caso se encuentre sucio se procederá a lavar con agua desionizada y posterior a ello se secará con papel tissue.

Antes de iniciar con las mediciones el/la operador/a de ensayos de calidad

I-DEAM-PM0313-23

Versión: **00**

Fecha de aprobación: **30/11/2024**

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

de agua realizará las siguientes acciones:

d.1 Verificación de la sonda de conductividad del Multiparámetro:

La verificación de la sonda de conductividad se realiza por medio de una solución de conductividad que dependerá de la matriz del tipo de agua a medir, la verificación se realizará por cada diez (10) puntos de muestreo o menos por día (si corresponden a la misma matriz), por cambios de matriz o por plan de muestreo (el que sea más restrictivo), según las siguientes indicaciones:

- Enjuagar la sonda con agua desionizada y secar con papel tissue.
- Abrir el frasco de solución de conductividad de 1000 $\mu\text{S/cm}$ o de otra concentración según el tipo de agua que se va medir (18000 $\mu\text{S/cm}$ o 80000 $\mu\text{S/cm}$) y sumergir la sonda agitando suavemente. Una vez estabilizada la lectura se guardará el valor registrado en el equipo.
- Luego de estabilizada la medición, se registrará el valor en el formato PM0313-F33 "Verificación y ajuste de equipos de medición de agua".
- La verificación debe cumplir con el criterio establecido en el formato PM0313-F33 "Verificación y ajuste de equipos de medición de agua", en caso no se cumpla debe realizar el ajuste y luego nuevamente una verificación de la sonda de conductividad. Si el problema persiste se notificará al área de mantenimiento para sustituir el equipo observado.

d.2 Ajuste de la sonda de conductividad del Multiparámetro:

Se realizará el ajuste del conductímetro según las siguientes indicaciones:

- Enjuagar la sonda con agua desionizada y secar con papel tissue.
- Seleccionar la opción calibrar, abrir el frasco de solución de conductividad de ajuste (1413 $\mu\text{S/cm}$) o de otra concentración según el tipo de agua que se va medir (18000 $\mu\text{S/cm}$ o 80000 $\mu\text{S/cm}$) y sumergir la sonda agitando suavemente. Una vez estabilizada la lectura se guardará el valor registrado en el equipo.
- La constante celular del ajuste deberá cumplir el criterio establecido en el formato PM0313-F33 "Verificación y ajuste de equipos de medición de agua".
- Luego enjuagar la sonda con agua desionizada y secar con papel tissue.

d.3 Medición de conductividad:

La medición de conductividad eléctrica se realizará según las siguientes indicaciones:

- Lavar la sonda de conductividad con agua desionizada y secar con papel tissue e introducir en una porción de muestra recolectada (en una jarra o frasco limpio) agitando suavemente. Si las condiciones lo permiten la lectura también puede realizarse de manera directa en el

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

cuerpo de agua.

- Colocar la sonda en la muestra (evitando tocar las paredes y el fondo del recipiente con la sonda) para la medición.
- Anote los valores de conductividad cuando haya estabilizado la lectura en el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”.
- Luego lavar (el lavado se realizará después de cada medición), secar la sonda y guardar el equipo, para mayores detalles del manejo del equipo se empleará el instructivo I-DEAM-PM0309-02 “Uso y verificación del multiparámetro HQ40d” y del instructivo I-DEAM-PM0309-20 “Uso y verificación del multiparámetro HQ4300”.

Para la evaluación del duplicado del parámetro de campo, se procederá según lo indicado en el ítem “h” e ítem “i”.

e. Verificación y Medición de Temperatura:

La medición de temperatura se realizará con la sonda de pH, antes de iniciar con las mediciones el/la operador de ensayos de calidad de agua realizará las siguientes acciones:

e.1 Verificación de la sonda de Temperatura del Multiparámetro:

La verificación del termómetro se realizará en las instalaciones de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (UF-OTEC) por el/la operador/a de aprovisionamiento de equipos.

e.2 Medición de temperatura:

La medición de temperatura se realizará según las siguientes indicaciones (Usando la sonda de pH):

- Lavar la sonda con agua desionizada, secar con papel tissue e introducir en una porción de muestra recolectada (en una jarra o frasco limpio). Si las condiciones lo permiten la lectura también puede realizarse de manera directa en el cuerpo de agua.
- Colocar la sonda en la muestra (evitando tocar las paredes del recipiente con la sonda) para la medición.
- Anote los valores de temperatura cuando haya estabilizado la lectura en el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”. El valor de temperatura a reportar será el valor convencionalmente verdadero el cual se calculará en el formato PM0312-F08 Cálculo de los Valores Convencionalmente Verdaderos.
- Terminada la lectura de temperatura, lavar la sonda con agua desionizada, secar con papel tissue (el lavado se realizará después de cada medición).
- Finalmente guarde la sonda en la solución de almacenamiento y coloque en su maleta de transporte, para mayores detalles del

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

manejo del equipo se empleará el instructivo I-DEAM-PM0309-02 “Uso y verificación del multiparámetro HQ40d” y del instructivo I-DEAM-PM0309-20 “Uso y verificación del multiparámetro HQ4300”.

Para la evaluación del duplicado del parámetro de campo, se procederá según lo indicado en el ítem “h” e ítem “i”.

f. Verificación, Ajuste y Medición de Oxígeno disuelto:

Verificar que la sonda de medición para el oxígeno disuelto se encuentre en buen estado y limpio, caso contrario se procederá con la limpieza del mismo aplicando agua desionizada para luego secar con papel tissue.

Antes de iniciar con las mediciones el/la operador/a de ensayos de calidad de agua realizará las siguientes acciones:

f.1 Verificación de la sonda de Oxígeno Disuelto del Multiparámetro:

La verificación de la sonda de medición para el oxígeno disuelto se realizará por cada diez (10) puntos de muestreo o menos por día (si corresponden a la misma matriz), por cambios de matriz o por plan de muestreo (el que sea más restrictivo), para ello se sigue las siguientes indicaciones:

- Añadir agua desionizada hasta la altura de 1 cm aproximadamente en una botella winkler de 300 ml y tapar herméticamente.
- Agitar durante treinta (30) segundos aproximadamente para saturar el aire atrapado.
- Esperar por treinta (30) minutos (para lograr que el contenido se equilibre a temperatura ambiente), colocar la sonda de oxígeno disuelto y realizar la medición. Tener en cuenta que la sonda no debe tocar el agua.
- Los valores obtenidos serán registrados en el formato PM0313-F33 “Verificación y ajuste de equipos de medición de agua”; asimismo la verificación deberá cumplir con el criterio establecido, si esto no se cumple se debe realizar el ajuste y luego nuevamente una verificación de la sonda de medición de oxígeno disuelto. Si el problema persiste se notificará al área de mantenimiento para sustituir el equipo observado.

f.2 Ajuste de la sonda de Oxígeno Disuelto del Multiparámetro:

Se realizará el ajuste del sensor de medición de oxígeno disuelto, según las siguientes indicaciones:

- Añadir agua desionizada hasta la altura de 1 cm aproximadamente en una botella winkler de 300 ml y tapar herméticamente.
- Agitar por treinta (30) segundos aproximadamente para saturar el aire atrapado.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- Dejar reposar por treinta (30) minutos (para lograr que el contenido se equilibre a temperatura ambiente), colocar la sonda de oxígeno disuelto y seleccionar la opción calibrar. Tener en cuenta que la sonda no debe tocar el agua.
- Pulsar medición y esperar que la lectura se estabilice, guardar el ajuste.
- Los datos del ajuste son registrados y evaluados; tomando en cuenta el criterio establecido en el formato PM0313-F33 “Verificación y ajuste de equipos de medición de agua”.

f.3 Medición de oxígeno disuelto:

La medición de oxígeno disuelto se realizará según las siguientes indicaciones:

- Lavar la sonda con agua desionizada, secar con papel tissue e introducir en una porción de muestra recolectada (en una jarra o frasco limpio). Si las condiciones lo permiten la lectura también puede realizarse de manera directa en el cuerpo de agua.
- Colocar la sonda en la muestra y agitar suavemente (evitando tocar el fondo y las paredes del recipiente con la sonda) para la medición.
- Anote los valores de oxígeno disuelto cuando haya estabilizado la lectura en el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”.
- En caso de realizar mediciones de oxígeno disuelto en aguas salinas, se deberá realizar una corrección por salinidad de manera manual o automática; de acuerdo con lo indicado en el I-DEAM-PM0309-02 “Instructivo de uso y verificación de multiparámetro HQ40d” y del instructivo I-DEAM-PM0309-20 “Uso y verificación del multiparámetro HQ4300”.
- Terminada la lectura de oxígeno disuelto, lavar la sonda con agua desionizada y secar con papel tissue (el lavado se realizará después de cada medición).
- Finalmente, guarde la sonda en su maleta de transporte, para mayores detalles del manejo del equipo se empleará el instructivo I-DEAM-PM0309-02 “Uso y verificación del multiparámetro HQ40d” y del instructivo I-DEAM-PM0309-20 “Uso y verificación del multiparámetro HQ4300”.

Para la evaluación del duplicado del parámetro de campo, se procederá según lo indicado en el ítem “h” e ítem “i”.

g. Verificación, Ajuste y Medición de Turbiedad:

Verificar que las celdas de vidrio se encuentren limpias (sin partículas impregnadas y sin rayaduras o rajaduras), caso contrario se procederá en reemplazar las celdas dañadas.

Antes de iniciar con las mediciones el/la operador/a de ensayos de calidad

I-DEAM-PM0313-23

Versión: **00**

Fecha de aprobación: **30/11/2024**

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

de agua realizará las siguientes acciones:

g.1 Verificación del turbidímetro:

La verificación del turbidímetro se realizará empleando estándar de formazina de 10 NTU y <0.1 NTU. La verificación se realizará por cada diez (10) puntos de muestreo o menos por día (si corresponden a la misma matriz), por cambios de matriz o por plan de muestreo (el que sea más restrictivo), para ello se sigue las siguientes indicaciones:

- Abrir el compartimiento de medición, limpiar adecuadamente la celda que contiene la formazina de 10 NTU y realizar la verificación.
- Luego limpiar la celda que contiene la formazina <0.1 NTU, y proceder a realizar la medición con fines de verificación.
- Los valores obtenidos serán registrados en el formato PM0313-F33 "Verificación y ajuste de equipos de medición de agua"; asimismo la verificación deberá cumplir con el criterio establecido en el formato, si esto no cumple debe realizar el ajuste y luego nuevamente una verificación del turbidímetro. Si el problema persiste se notificará al área de mantenimiento para sustituir el equipo observado.

g.2 Ajuste del turbidímetro:

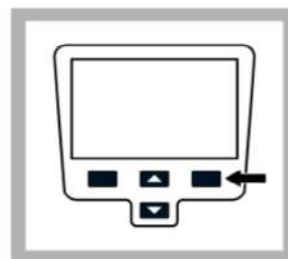
Se realizará el ajuste del turbidímetro y se registrará en el formato PM0313-F33 "Verificación y ajuste de equipos de medición de agua", según las siguientes indicaciones:



1. Pulse la tecla **CALIBRACIÓN** para entrar al modo de Calibración. Siga las instrucciones en la pantalla.
Nota: Invierta suavemente cada estándar antes de insertarlo.



2. Inserte el Estándar StabiCal para 20 NTU y coloque la tapa.
Nota: El estándar a ser insertado aparece en el display en un recuadro.

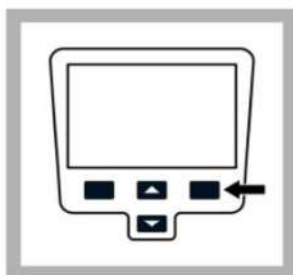


3. Pulse **Medición**. La pantalla muestra Estabilizando y luego muestra el resultado.

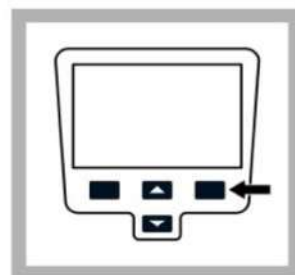


4. Repita el Paso 2 y 3 con el Estándar StablCal para 100 NTU y 800 NTU.

Nota: Pulse **Hecho** para completar una calibración de 2 puntos.



5. Pulse **Hecho** para revisar los detalles de la calibración.

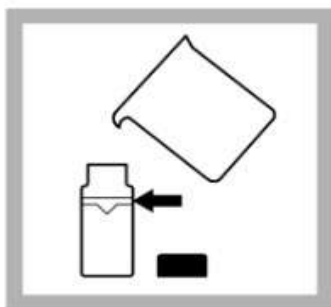


6. Pulse **Guardar** para guardar los resultados. Después de terminar la calibración, el medidor automáticamente pasa al modo Verificar cal. Consulte [Verification calibration](https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml).

g.3 Medición de turbiedad:

Para medir la turbiedad, se recomienda coleccionar las muestras directamente en los frascos de medición (cubeta); si esto no fuese posible se tendría que recolectar la muestra en un recipiente más grande (balde) en el punto de muestreo, considerando el menor tiempo posible de colecta, para después de ello, poder verter dicha muestra, a los correspondientes frascos de medición (cubeta).

La medición de turbiedad se realizará según las siguientes indicaciones:



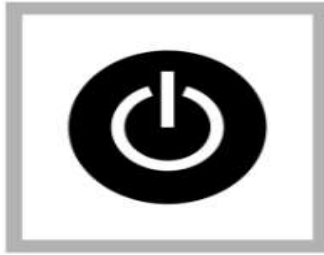
1. Coloque una muestra representativa en un recipiente limpio. Llene una cubeta de muestra hasta la línea (aproximadamente 15 ml). Asegúrese de manipular la cubeta por su parte superior. Tape la cubeta.



2. Limpie la cubeta con un paño suave, sin pelusas, para eliminar las gotas de agua y huellas de dedos.



3. Aplique una película delgada de aceite de silicona. Limpie con un paño suave para obtener una película homogénea en toda la superficie ([Apply silicone oil to a sample cell](#)).

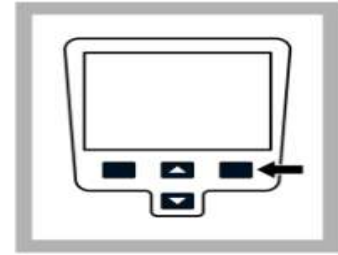


4. Pulse el botón **ENCENDIDO** para encender el medidor. Coloque el instrumento sobre una superficie plana y resistente.

Nota: No sostenga el instrumento en sus manos mientras toma las mediciones.



5. Invierta la cubeta suavemente y luego insértela en el compartimento de la cubeta de manera que el diamante o marca de orientación quede alineada con la marca de orientación en relieve en el frente del compartimento de la cubeta. Coloque la tapa.



6. Pulse **Medición**. La pantalla muestra Estabilizando y luego la turbidez en NTU (FNU). El resultado se muestra y se guarda automáticamente. En el sitio web del fabricante encontrará información adicional.

- Registre los resultados obtenidos en el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados” (luego de estabilizada la medición). Para la interpretación de resultados, informe la lectura de turbidez según lo indicado en el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”
- Finalmente guarde el turbidímetro en la maleta de, para mayores detalles del manejo del equipo se empleará el instructivo I-DEAM-PM0309-04 “Uso y verificación del turbidímetro”.

Para la evaluación del duplicado del parámetro de campo, se procederá según lo indicado en el ítem “h” e ítem “i”.

h. Duplicado de la medición de campo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- Colectar la muestra en dos jarras al mismo tiempo (antes de realizar la medición; se deberá enjuagar las jarras según lo indicado en el literal ii del ítem b).
- En caso las condiciones y la accesibilidad del lugar de muestreo no sean las adecuadas para colectar la muestra en dos jarras al mismo tiempo se podrá recolectar la muestra en una jarra y rápidamente se transvasará una porción de la muestra en una segunda jarra.
- Cuando se use el multiparámetro, se deberá lavar las sondas nuevamente con agua desionizada antes de realizar la segunda lectura (duplicado).
- Para las mediciones con el multiparámetro, en el segundo recipiente se introduce nuevamente la sonda de pH, O.D., temperatura o conductividad (según aplique, de manera independiente o en caso de usar más de una sonda en paralelo tener el cuidado necesario para que estas estén

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

separadas y no choquen entre sí, ni con el fondo y/o las paredes del recipiente) y se inicia la medición. En caso de realizar mediciones de O.D. en aguas salinas, se procederá de acuerdo con lo indicado en el ítem “f.” sub ítem “f.3.”.

- Cuando se use el turbidímetro, se deberá lavar nuevamente la celda con agua desionizada; o se podrá utilizar una segunda celda (siempre y cuando el equipo cuente con varias celdas para medición) para el duplicado, y se procederá con la medición tomando como referencia lo indicado en el ítem “g” sub ítem “g3”.
- Estabilizada las mediciones, se registra los valores en el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”.
- Luego de realizar la medición en la muestra y el duplicado; estos se comparan con la siguiente expresión:

$$\%RPD \times 100\%$$

Donde:

- ✓ %RPD: Diferencia Porcentual Relativa.
- ✓ M1: Concentración determinada para la muestra.
- ✓ M2: Concentración determinada para el duplicado.

El valor calculado, expresado en porcentaje (%), debe ser menor o igual al valor teórico de RPD (a excepción de la medición de temperatura y pH el cual tiene el criterio de aceptación indicado en la Tabla N°1 “Aseguramiento de calidad de los resultados), conforme con lo establecido en el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”.

i. Aseguramiento de la validez de los resultados y mediciones en campo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- El funcionamiento del multiparámetro y del turbidímetro son verificados con materiales de referencia, el ajuste y verificaciones se realizarán antes de iniciar las mediciones de los parámetros en campo; y se registra la información correspondiente en el formato PM0313-F33 “Verificación y ajuste de equipos de medición de agua”.
- El aseguramiento de calidad de la medición de ensayos de campo; se aplicará según la siguiente frecuencia: por cada diez (10) puntos de muestreo o menos, por día (si corresponden a la misma matriz), por cambios de matriz o por plan de muestreo (el que sea más restrictivo):

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- Un duplicado para pH.
 - Un duplicado para conductividad.
 - Un duplicado para oxígeno disuelto.
 - Un duplicado para temperatura.
 - Un duplicado para turbiedad.
- Para los métodos de conductividad y turbiedad se considerará una evaluación de la “estandarización de la verificación”; aplicando el criterio de frecuencia mencionado en el anterior ítem; asimismo se considerará el criterio de aceptación indicado en el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”.
 - El criterio de aceptación de los duplicados debe ser menor o igual al valor teórico de acuerdo con el detalle de la Tabla N°1. Estos criterios se encuentran en el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados”.

Tabla N°1 Aseguramiento de la calidad de resultados

Parámetro	Criterio de Aceptación
Conductividad	≤ 2 % RPD
pH	± 0,1 pH
Oxígeno disuelto	≤ 4,0 % RPD
Temperatura	± 0,5 °C
Turbiedad	≤ 10.0% RPD ((Para Valores < 1 NTU diferencia de lecturas ≤0.02 NTU)

2.5. Acciones posteriores al muestreo

- Al finalizar las mediciones, el/los operadores de ensayo de calidad de agua entregarán al gestor de ensayos de calidad de agua (en campo o gabinete según aplique) los formatos el formato PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados” y el formato PM0313-F33 “Verificación y ajuste de equipos de medición de agua”, para su revisión y firma de los registros los cuales posteriormente serán ingresados al laboratorio.
- El gestor de ensayos de calidad de agua realizará el envío o entrega de los registros al gestor Qa/Qc agua y/o responsable técnico de calidad de agua para su revisión y firma de los registros. Posterior a esto, se realizará la emisión del informe de ensayo.
- El equipamiento será trasladado y mantenerse en óptimo estado de limpieza y en buenas condiciones de funcionamiento, debiendo comunicar al operador de aprovisionamiento de equipos, en caso se presente cualquier desperfecto, daño o pérdida del equipamiento de acuerdo con el

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

procedimiento PM0309 “Aprovisionamiento y Devolución de Equipamiento” del Manual de Procedimientos “Evaluación Ambiental”.

Anexo N° 1

Definiciones

Control de la calidad

Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.

Aseguramiento de la calidad

Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad

Criterios de aceptación

Parámetros bajo los cuales el resultado de una prueba será considerada aceptable, cada uno de los parámetros que medimos en campo tiene un criterio de aceptación, si al aplicar el criterio de aceptación a una medición éste resulta excedido, la medición no se considera válida.

Verificación

Aportación de evidencia objetiva de que un elemento dado satisface los requisitos Especificados (cumple las tolerancias).

Ejemplo 1: La confirmación de que un material de referencia (patrones) declarado homogéneo lo es para el valor y el procedimiento de medición correspondientes.

Ejemplo 2: La confirmación de que se satisfacen las propiedades de funcionamiento declaradas de un sistema de medición.

Ajuste

Comprende las operaciones para reducir en lo posible, el error de indicación de los equipos de medida. No debe confundirse el ajuste de un sistema de medición con su calibración, el cual es un requisito para el ajuste.

Duplicados de medición:

Son controles que se usan para verificar la precisión en las mediciones de parámetros en campo.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo de muestreo y medición de parámetros de campo en agua residual

I. OBJETIVO

Establecer las acciones de la toma de muestra del componente agua residual durante el desarrollo de la evaluación y/o supervisión ambiental.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Respetto a la ubicación de áreas y puntos de muestreo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua debe considerar los siguientes criterios:

- La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo, mediante el empleo de un navegador de posicionamiento global (GPS); para lo cual, las coordenadas se registran en el Sistema Geodésico Mundial 1984, UTM WGS 84, indicando la zona y la precisión.
- Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la operador de ensayos de calidad de agua puede recolectar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con seis (6) decimales como mínimo.
- Para una ubicación rápida de los puntos de muestreo en campo, el/la operador de ensayos de calidad de agua registra las referencias de localización resaltantes, tales como:
 - (i) depósito de relaves; (ii) depósitos de desmontes; (iii) puentes; (iv) cuerpos de agua; (v) comunidades campesinas; (vi) centros poblados; (vii) vías de acceso; y, (viii) puntos de confluencia de control del instrumento de gestión ambiental.

2.2. Respetto a los registros fotográficos

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua debe considerar los siguientes criterios:

- Realizar como mínimo dos registros fotográficos en los siguientes casos: (i) fotos panorámicas de la zona de muestreo y en caso las condiciones del lugar las permitan realizar un cuadro registro fotográfico, referente a los cuatro (4) puntos cardinales, (norte, sur, este y oeste), y (ii) fotografías durante el muestreo. Además, considerar lo siguiente:
 - Verificar que la fecha y hora indicada en el equipamiento se encuentre en el mismo formato de la cámara fotográfica o filmadora.
 - En caso aplique, se debe realizar el registro fotográfico durante la medición y lectura del equipamiento utilizado; de control de calidad (blanco de campo, blanco viajero, blanco de equipo, muestra duplicada, duplicado de parámetro campo, entre otros en caso aplique); y, de muestras dirimentes cuando corresponda y/o cuando el administrado lo solicite.
 - En caso aplique, se debe realizar registros fotográficos empleando **un**

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

vehículo aéreo no tripulado (VANT).

- ii. El registro fotográfico de cada punto de muestreo debe indicar la siguiente información en la pizarra acrílica: (i) la fecha (utilizar el formato de dd/mm/aaaa); (ii) hora (considerar el formato de veinticuatro (24) horas u horas inicial y final); (iii) el código de punto de muestreo, (iv) la zona, (v) las coordenadas (vi) altitud; y (vii) precisión del GPS (ver Figura 1).



Figura N° 1. Modelo de pizarra para el punto de muestreo de agua residual (orden referencial)

2.3. Acciones previas al muestreo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua debe realizar las siguientes acciones:

En el formato PM0314-F07 “Plan de muestreo” se detalla la solicitud y las consideraciones para el muestreo de agua residual.

a. Verificación del equipamiento para el muestreo de agua residual

Para la verificación del equipamiento para el muestreo de agua residual, se consideran los siguientes criterios:

- Revisar los procedimientos PM0309 “Aprovisionamiento y devolución de equipamiento”, PM0310 “Aprovisionamiento de materiales”, PM0311 “Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras” y PM0313 “Gestión de medición en campo y muestreo ambiental”.
- Las revisiones, controles y pruebas de funcionamiento del equipamiento son realizados por el/la operador de aprovisionamiento de equipos de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (UF-OTEC) y el/la operador/a de ensayos de calidad de agua, en dos momentos: previo a la salida a campo y en la devolución del equipamiento, conforme al procedimiento

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

PM0309 del Manual de procedimientos “Evaluación Ambiental”.

2.4. Acciones durante al muestreo

a. Rotulado y etiquetado

- i. Previo a la toma de muestra (de preferencia en el punto de muestreo), los envases se rotulan con plumón indeleble y etiquetan con la siguiente información:
 - Código del punto de muestreo y/o identificación de la muestra.
 - Fecha (dd/mm/aaaa) y hora del muestreo (hh:mm en formato de veinticuatro (24) horas).
 - Parámetro para analizar.
 - Tipo de matriz conforme al PM0313-F04 “Cadena de Custodia – Agua, Sedimento y Suelo” y formato de campo PM0313-F33 “Verificación y ajuste de equipos de medición de agua” y PM0313-F32 “Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados
 - Preservante (utilizado según el parámetro).
 - Cuando corresponda y/o cuando el administrado lo solicite, indicar si es muestra dirimente.
 - Se deberá contar con la cantidad suficiente de etiquetas del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, caso contrario y solo en casos de emergencia se pueden emplear etiquetas del laboratorio contratado.
- ii. Antes de la toma de muestra, las etiquetas deben asegurarse con cinta adhesiva de tal manera que estén protegidas de daños de ilegibilidad durante la toma de muestra y traslado hacia el laboratorio.

b. Criterios para el muestreo y mediciones en campo de agua residual

- i. Se debe verificar antes de coleccionar la muestra que no se esté realizando la dilución de los efluentes generados; siendo prohibidos si tienen por finalidad la reducción de los contaminantes presentes en estos, durante todo el proceso de tratamiento y previo al vertimiento del efluente.
- ii. Se debe asegurar que siempre se mantenga un flujo constante y homogéneo (mezcla completa); y queda excluida la toma de muestra en agua estancada.
- iii. Antes de realizar el monitoreo, se debe verificar el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales, los mismos que emplean más de una unidad de tratamiento individual (por ejemplo, más de una poza de sedimentación), es necesario asegurarse que la muestra sea representativa de toda la corriente del efluente y no de una unidad de tratamiento específica (a menos que la unidad sea objeto de la supervisión).
- iv. Si las condiciones del área y efluente no permiten la colecta directa en el

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- punto de muestreo (por ejemplo, un buzón), coleccionar un volumen que permita cubrir las necesidades de la cantidad de muestra para los parámetros establecidos.
- v. En el muestreo en grifos, caños, válvulas, etc., se recomienda abrir la llave y dejar fluir el agua de uno a dos minutos aproximadamente. Este procedimiento limpia la salida y descarga el agua que podría estar almacenada o estancada en la tubería.
 - vi. Muestrear primero el efluente industrial (en planta) y luego de ser el caso, continuar con el muestreo (fuera de la planta), aguas abajo y aguas arriba.
 - vii. Cuando en la planta, los efluentes domésticos e industriales se reúnen en un punto en común previo a su descarga, el punto de muestreo debe realizarse antes de la mezcla, el cual sea accesible y seguro para realizar el muestreo sólo del efluente industrial.
 - viii. En caso de requerir medición de parámetros en campo; se realizará la verificación y ajuste del equipo multiparámetro, el que se registrará en el formato PM0313-F33 "Verificación y ajuste de equipos de medición de agua".
Para mayor detalle tener en cuenta lo indicado en el instructivo I-DEAM-PM0313-23 "Instructivo de ensayos de campo en calidad de agua."
 - ix. Se miden los parámetros: Oxígeno Disuelto (OD), Temperatura (C°), Potencial de Hidrógeno (pH), Turbiedad (NTU) y Conductividad Eléctrica (CE) (según lo solicitado en el plan de muestreo), haciendo uso del instructivo I-DEAM-PM0309-02 "*Instructivo de uso y verificación del Multiparámetro HQ40d*", I-DEAM-PM0309-20 "*Instructivo de uso y verificación del Multiparámetro HQ4300*", I-DEAM-PM0309-04 "*Instructivo de Uso y Verificación del Turbidímetro*" e Instructivo I-DEAM-PM0313-23 "Instructivo de ensayos de campo en calidad de agua" según aplique.
 - x. La muestra debe ser recolectada en el punto de mayor flujo, donde la posibilidad de sedimentación sea mínima. En caso la muestra a coleccionar tenga un flujo bajo debe coleccionarse en un balde transparente limpio y enjuagado como mínimo dos (2) veces. Realizar la medición de los parámetros de campo de manera inmediata para evitar variaciones en la medición de los valores.
 - xi. La información generada se registra en el formato PM0313-F33 "Verificación y ajuste de equipos de medición de agua" y PM0313-F32 "Datos de campo y aseguramiento de la validez de los resultados"
 - xii. En casos de un muestreo simple, se registrará la hora de inicio de colecta de muestra, mientras que, para un muestreo compuesto se registrará la hora del composito el cual debe ser inmediatamente posterior a la colección de las sub muestras. En caso se solicite el registro de las horas de las sub muestras estas podrán ser registradas en el formato PM0313-F04 "Cadena de Custodia – Agua, Sedimento y Suelo" ítem Observaciones generales. En caso no sea posible tomar la muestra directamente en el recipiente de 10 L o más, se podrán utilizar recipientes de menor capacidad.
 - xiii. El orden de muestreo de los parámetros para análisis de laboratorio será el siguiente: microbiológicas, orgánicos, fisicoquímicas e inorgánicas según amerite.
 - xiv. Antes de coleccionar las muestras, los frascos a usar se deben enjuagar

I-DEAM-PM0313-24

Versión: **00**

Fecha de aprobación: **30/11/2024**

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

como mínimo dos (2) veces, a excepción de los frascos para los parámetros orgánicos y/o microbiológicos según aplique.

c. Toma de muestra en agua residual (puntual)

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. Para coleccionar la muestra en caso las condiciones lo permitan, realizar una toma directa, caso contrario utilizar un brazo muestreador y verter la muestra en un balde previamente enjuagado dos (2) veces con la misma muestra. Posteriormente se homogenizará la muestra para transvasar a los frascos que apliquen.
- ii. Para el parámetro DBO₅ y pruebas ecotoxicológicas se debe llenar el recipiente lentamente en su totalidad y sin burbujas.
- iii. Se adicionan los preservantes respectivos una vez colectadas las muestras de acuerdo con las consideraciones establecidas por el laboratorio externo (contrato), así mismo se verificará la preservación con el papel indicador de pH (según aplique).
- iv. Se procede con el llenado del formato PM0314-F04 "Cadena de custodia – agua, sedimento y suelo" para los parámetros que requieran análisis de laboratorio.
- v. Los parámetros de campo se registrarán según lo indicado en el instructivo I-DEAM-PM0313-23 "Instructivo de ensayos de campo en calidad de agua".
- vi. Finalmente, se colocan las muestras en caja térmica con cadena de frío (según aplique) hasta el ingreso de las mismas al laboratorio.

d. Toma de muestra en agua residual (compuesto)

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. Si el IGA indicará realizar muestras compuestas, el supervisor tendrá en consideración el tiempo de duración de la supervisión, volumen y tiempo de descarga del efluente industrial, parámetros que aplicarían, así como su tiempo de perecibilidad.
- ii. Las muestras a ser tomadas serán a máxima carga y de tipo compuesto. La muestra compuesta debe prepararse con muestras tomadas cada cuatro horas durante la jornada de trabajo. Ellas indican las características promedio del ambiente sujeto a muestreo. (Referencia Protocolo Itinci)
- iii. Para coleccionar las muestras, se puede utilizar un brazo muestreador donde se colocará un recipiente, para luego ser trasvasado en un balde de mayor capacidad previamente enjuagado. Realizar este proceso hasta tener la cantidad necesaria. La muestra colectada en el recipiente debe mantenerse bajo sombra y acondicionado a la cadena de frío.
- iv. Las muestras compuestas estarán conformadas por muestras puntuales de igual volumen tomadas a intervalos constantes durante el periodo de

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

muestreo.

- v. Una vez colectadas las muestras, se adicionan los preservantes respectivos según aplique, de acuerdo con las consideraciones establecidas por el laboratorio externo (contrato).
- vi. Finalmente, se colocan las muestras en una caja térmica con cadena de frío (según aplique) hasta su ingreso de las mismas al laboratorio.
- vii. Los parámetros de campo se registrarán según lo indicado en el instructivo I-DEAM-PM0313-23 “Instructivo de ensayos de campo de calidad de agua”.

e. Toma de muestra de aguas residuales en efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto.

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones: Realizará un muestreo de verificación.

- i. El Muestreo de verificación consiste en la toma de una (1) muestra compuesta.
- ii. La muestra compuesta se obtiene de la colección de tres (3) muestras simples. Cada una de las muestras simples será de 3 L aproximadamente y será tomada en un mismo recipiente de primer uso de 10 L o más y en un intervalo de diez 10 minutos aproximadamente. Inmediatamente colectadas las tres 3 muestras simples, en el citado recipiente se homogenizan con una bagueta o varilla de vidrio y se toman las alícuotas respectivas para cada parámetro a analizar (a excepción de los parámetros microbiológicos según aplique que deben ser tomados de manera directa).
- iii. Se registrará in situ las mediciones de temperatura (el resultado a reportar debe ser el promedio de las tres (3) sub muestras) y pH correspondientes de acuerdo con lo indicado en el instructivo I-DEAM-PM0313-23 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de agua”, así como el parámetro caudal del efluente cuando el vertimiento se realice en un cuerpo receptor marino o continental. En caso no sea posible tomar la muestra directamente en el recipiente de 10 L o más, se podrán utilizar recipientes de menor capacidad.
- iv. Para el caso del agua de enfriamiento de la columna barométrica, la muestra se colectará en un recipiente de plástico (balde, jarra, etc.) de 0,5 L o más, realizándose la medición del parámetro temperatura de manera inmediata y del parámetro caudal.
- v. Para más información en cuanto a parámetros de campo revisar lo indicado en el instructivo I-DEAM-PM0313-F23 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de agua”.

f. Duplicado de la medición de parámetro de campo.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. Para realizar un duplicado de campo se realizará según lo establecido en el instructivo I-DEAM-PM0313-F23 “Instructivo de ensayos de campo de calidad de agua” ítem h.

g. Aseguramiento de la validez de los resultados y mediciones en campo

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. El aseguramiento de calidad para parámetros de campo se realizará según lo indicado en el instructivo I-DEAM-P0313-23 “Instructivo de ensayos de campo de calidad de agua” ítem i.
- ii. El aseguramiento de la toma de muestras; se aplicará por cada 10 muestras o menos según lo indicado en el PM0314-F07 “Plan de muestreo”.
 - Un blanco de campo (metales) o parámetro crítico de interés a evaluar.
 - Un blanco viajero (metales), o parámetro crítico de interés a evaluar.
 - Un duplicado como mínimo del parámetro de análisis para laboratorio más crítico de interés.
 - Un duplicado para los parámetros de campo temperatura, turbiedad, pH y CE según lo indicado en I-DEAM-P0313-23 “Instructivo de ensayos de campo de calidad de agua” ítem h.
- iii. En el caso de muestras que requieran análisis en laboratorio; luego de recolectada la muestra y preservada, se verifica la preservación con cinta indicadora de pH (según aplique el parámetro).
- iv. Para las mediciones en campo se utilizarán recipientes nuevos y/o jarras; pero no los frascos de las muestras colectadas, ya que puede darse la posibilidad de contaminación por las sondas del equipo multiparámetro; así como de las cubetas del turbidímetro.

2.5. Acciones posteriores al muestreo

a. Conservación y transporte de muestras

El/La operador/a de ensayos de calidad de agua realiza las siguientes acciones:

- i. Cuando las muestras son preservadas, tapadas herméticamente, rotuladas y lacradas según corresponda se refrigeran en posición vertical a baja temperatura ($5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) en las cajas térmicas con sus respectivos refrigerantes, de acuerdo con las consideraciones establecidas por el laboratorio externo (contrato).
- ii. En ninguna circunstancia, las muestras deben congelarse.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- iii. Al finalizar la toma de muestra en campo si las condiciones lo permiten se procede con el llenado del formato PM0313-F04 “Cadena de Custodia – Agua, Sedimento y Suelo”, en caso las condiciones no lo permitan el llenado del formato se realizará en un lugar adecuado asegurando que se realice antes del envío de muestras.
- iv. Las muestras colectadas para pruebas ecotoxicológicas se depositan en envases de polietileno de alta densidad (HDPE) o politetrafluoretileno (PTFE), prelavado, conforme lo indica el Anexo N° 1 “*Condiciones para la conservación de las muestras para ensayos ecotoxicológicos*” del procedimiento PM0313 del Manual de procedimientos “Evaluación Ambiental”.
- v. El envío de muestras perecibles para su análisis (microbiológicos, DBO₅, ecotoxicológicas y otros), deben cumplir con el tiempo establecido en las recomendaciones para la preservación y conservación por el laboratorio externo (contrato).
- vi. Se considera el traslado de las muestras al laboratorio, según los tiempos de conservación de cada parámetro, establecidos por el laboratorio externo (contrato).
- vii. En su transporte al laboratorio, toda muestra debe estar siempre acompañada de su cadena de custodia PM0313-F04 “Cadena de custodia – Agua, Sedimento y Suelo”
- viii. Para evitar que los recipientes sufran golpes, rajaduras o se rompan durante el transporte al laboratorio, debe colocarse entre ellos, el material de empaque limpio (plástico preformado para relleno, también podrá utilizarse cartón o papel corrugado los cuales deberán ser de primer uso).
- ix. Las cajas térmicas deben tener etiquetas que señalen la posición correcta en que deben ser transportados. Si es necesario colocar la etiqueta de “Fragil”.
- x. Una vez que haya empacado y refrigerado las muestras, se cierran las cajas térmicas, se embalan con cinta adhesiva y plastifilm (*stretch film*) y se transportan lo antes posible al laboratorio teniendo en cuenta los tiempos de perecibilidad. Comunicar el traslado de las muestras al operador de materiales y muestras conforme al procedimiento PM0311 “Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras”. o realizar el reporte del envío de muestras en el SIGEMA - Envío de Carga.
- xi. Al finalizar las actividades de muestreo, las muestras serán enviadas a UF-OTEC para su verificación y posteriormente sean trasladadas al laboratorio, el equipamiento debe mantenerse en óptimo estado de limpieza y en buenas condiciones de funcionamiento, debiendo comunicar al operador de aprovisionamiento de equipos de la UF-OTEC, en caso se presente cualquier desperfecto, daño o pérdida del equipamiento de acuerdo con el procedimiento PM0309 “Aprovisionamiento y Devolución de Equipamiento” del Manual de Procedimientos “Evaluación Ambiental”.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Anexo N° 1

Definiciones

Blanco de campo

El blanco de campo está referido a una muestra de agua desionizada que proviene desde el laboratorio externo (Contrato), dicha agua desionizada se manipula y preserva de igual forma que las muestras de agua según aplique (trasvase a un recipiente de las mismas características utilizado para la toma de muestra. Finalmente, el frasco que contiene el agua desionizada es almacenada en la caja de transporte junto con el frasco del blanco viajero y es enviada a UF-OTEC para su verificación y posterior traslado al laboratorio con las demás muestras colectadas. Este blanco de campo identifica si hubo alguna contaminación durante la toma de muestra.

Estos resultados indicarán cualquier contaminación durante la toma de muestra, manipulación y/o preservación. No debe haber parámetros orgánicos o inorgánicos detectables, con excepción de pH, Ce y Oxígeno disuelto, compatible con el agua desionizada.

Blanco de equipo

El blanco de equipo está referido a una muestra de agua desionizada que proviene desde el laboratorio externo (Contrato), y que ha tenido contacto con el/los equipos utilizados durante la toma de muestras de agua (no incluye instrumentos analíticos) y se preserva según corresponda.

Dentro de equipos utilizados en la recolección de las muestras de agua, se pueden mencionar: equipo de filtración, recipientes de muestreo, cubeta aforada, embudo, brazo muestreador, entre otros que pueden ser utilizados por el operador de ensayos de calidad de agua en campo en la toma o recolección de las muestras de agua.

Blanco viajero

El blanco viajero está referido a una muestra de agua desionizada que proviene desde el laboratorio externo (Contrato), la cual se encuentra preservada en caso aplique, así mismo se transporta en la caja térmica con las demás muestras hasta su entrega para análisis.

Estos resultados indicarán cualquier contaminación durante el transporte y almacenamiento. No debe haber parámetros orgánicos o inorgánicos detectables, con excepción de pH, Ce y Oxígeno disuelto, compatible con el agua desionizada.

Duplicado de parámetro de campo

I-DEAM-PM0313-24

Versión: 00

Fecha de aprobación: 30/11/2024

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Se realiza el duplicado recolectando 2 muestras en paralelo en caso las condiciones lo permitan. En caso las condiciones no lo permitan se realiza el duplicado recolectando una muestra en un recipiente la cual será dividida en 2 recipientes (dos submuestras) más pequeños para su análisis de laboratorio. Estas muestras se manipulan y preservan de igual forma.

Las muestras duplicadas se toman para cuantificar la precisión de la toma de muestra debido al manipuleo, conservación o contaminación de las mismas.

Muestra simple o puntual

Son muestras colectadas en un punto específico y durante un período corto de tiempo, En consecuencia, representan una “foto instantánea” del espacio y tiempo del área de muestreo.

Muestra compuesta

Combinación de muestras sencillas o puntuales tomadas en el mismo sitio durante diferente tiempo. La mayor parte de las muestras compuestas en el tiempo se emplean para observar concentraciones promedio, usadas para calcular las respectivas cargas o la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo de ensayos de campo en calidad de aire

I. OBJETIVO

Establecer las instrucciones para el muestreo y medición de Calidad del Aire Ambiental con Sistemas automáticos para los ensayos de Material Particulado ($PM_{2.5}$, PM_{10}) y gases (CO , SO_2 , NO_2) de acuerdo con los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM).

II. INSTRUCCIONES

2.1. Consideraciones generales

- Para la aplicación del presente instructivo, considerar los criterios y requisitos técnicos establecidos en el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire”¹, los principios de medición según la normativa vigente de cada ensayo de calidad de aire establecidos en el Anexo 1 y/o de acuerdo con lo establecido en el Manual del fabricante de cada equipo a usar.
- El mantenimiento preventivo y correctivo, así como las configuraciones necesarias, verificaciones y ajustes de los sistemas automáticos es ejecutado por la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (en adelante, **UF-OTEC**), de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- El Gestor de ensayo de calidad de aire, es el responsable de hacer cumplir el presente documento.
- El Operador de ensayo de calidad de aire, es el responsable del correcto cumplimiento de lo establecido en el presente instructivo y usar la documentación vigente.

2.1.1. Registros fotográficos

El/La operador(a) de ensayos de calidad de aire debe considerar los siguientes criterios durante el periodo de muestreo:

- Realizar como mínimo dos (2) registros fotográficos al menos una vez al mes en los siguientes casos: (i) fotos panorámicas de la zona de muestreo luego de la instalación e inicio del muestreo (siempre y cuando se tenga las condiciones de realizar la toma fotográfica) o realizar la toma fotográfica en los cuatro (4) puntos cardinales y (ii)

¹ Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

fotografías durante el periodo de muestreo o cuando se realice verificaciones intermedias. Además, considerar lo siguiente:

- Verificar que la fecha y hora indicada en el equipamiento se encuentre en el mismo formato de la cámara fotográfica o filmadora.
 - Se recomienda realizar el registro fotográfico de las concentraciones visualizadas en los sistemas automáticos, al inicio o durante el periodo de muestreo.
 - Se recomienda realizar el registro fotográfico de las verificaciones, ajustes y mantenimientos preventivos realizadas en campo.
- b. El registro fotográfico de cada punto de muestreo debe indicar la siguiente información en la pizarra acrílica: (i) la fecha (utilizar el formato de dd/mm/aaaa); (ii) hora (considerar el formato de 24 horas u horas inicial y final); (iii) el código de punto de muestreo, (iv) la zona; y, (v) las coordenadas (ver Figura N° 1).

Figura 1. Modelo de pizarra para el punto de muestreo de calidad de aire.

Código del punto de muestreo			
RSFRAN-01			
Coordenada Este →	E: 654321	Fecha: 30/10/2017	
Coordenada Norte →	N: 7654321	Hora: 10:50	
Altitud →	h: 10 m.s.n.m	Datum: WGS 84	
Precisión GPS →	p: ± 3m	Zona UTM: 17 M	

2.2. Acciones previas al muestreo

El/La operador/a de ensayos de calidad de aire debe realizar las siguientes acciones:

2.2.1. Verificación de los equipos

Para la verificación del equipamiento en la UF-OTEC, se consideran los siguientes criterios:

- En el formato PM0314-F07 “Plan de Muestreo” se detalla las consideraciones básicas para el muestreo de ensayos de campo en calidad de aire, el cual se complementará con los procedimientos

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

PM0309 “Aprovisionamiento y devolución de equipamiento”, PM0310 “Aprovisionamiento de materiales”, PM0311 “Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras” y PM0313 “Gestión de medición en campo y muestreo ambiental”.

- En la recepción de los equipos el/la Operador/a de ensayo deberá de revisar e inspeccionar en las instalaciones de la UF-OTEC, antes de la salida a campo que todos los accesorios y herramientas se encuentren completos usando el formato PM0309-F01 “Lista de verificación para equipos” así como dar conformidad a los formatos de verificación PM0309-F07 “Verificación operacional de analizadores automáticos de gases”, PM0309-F10 “Verificación operacional de equipos - componente aire (GRIMM)” y PM0309-F11 Verificación operacional de equipos - componente aire (PALAS), ejecutado por la UF-OTEC. Esto se realiza en dos (2) momentos: previo a la salida a campo y en la devolución del equipamiento, conforme al procedimiento PM0309 del Manual de procedimientos “Evaluación Ambiental”.
- Posterior a la conformidad de la entrega del equipamiento, el/la operador/a de ensayos de calidad de aire deberá de realizar el traslado según las consideraciones del procedimiento PM0311 “Gestión de transporte de equipamiento, materiales y muestras”.

2.2.2. Ubicación de áreas y puntos de muestreo

El/La operador/a de ensayos de calidad de aire debe considerar los siguientes criterios:

- La ubicación y georreferenciación de los puntos de muestreo, mediante el empleo de un navegador de posicionamiento global (GPS²); para lo cual, las coordenadas se registran en el Sistema Geodésico Mundial 1984, UTM WGS 84³, indicando la zona y la precisión.
- Excepcionalmente, bajo condiciones de operación de equipos GPS, el/la operador/a de ensayos de calidad de aire puede recolectar datos en el sistema de coordenadas sexagesimal (geográficas), debiendo consignar valores de precisión con seis (6) decimales como mínimo.

2.3. Acciones para el muestreo de Calidad de Aire

2.3.1. Consideraciones preliminares

No realice el trabajo bajo condiciones que considere inseguras. Antes de comenzar el trabajo descrito en esta instrucción operativa, repase las

² Por sus siglas en inglés; GPS: Global Positioning System

³ Por sus siglas en inglés; WGS 84: World Geodetic System 1984

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

necesidades y los requisitos de seguridad, identifique los peligros y desarrolle las medidas de mitigación del peligro.

En campo se recomienda realizar la inspección visual antes de realizar la medición, a fin de detectar posibles defectos visibles luego del transporte.

La inspección puede comprender lo siguiente:

- Verificar el buen estado e integridad del equipo, así como los accesorios externos e internos del equipo.
- Realizar la inspección del equipo, a fin de detectar defectos visibles, como conectores sueltos, accesorios sueltos, líneas de teflón agrietadas u obstruidas, acumulación de agua o acumulación excesiva de polvo y suciedad, que pueden causar sobrecalentamiento o falla del componente.
- Para sistemas automáticos de gases verificar que el filtro de partículas de teflón se encuentre limpio.
- Usar un pincel suave o un paño para eliminar la suciedad persistente en caso existiera.

2.3.2. Armado y operación de los Sistemas Automáticos

Para el armado y operación del sistema automático de gases y material particulado, refiérase al instructivo definido según el parámetro a muestrear, precisado en la tabla 1.

Tabla 1. *Instructivos operativos para los ensayos de calidad de aire.*

Código	Nombre de Registro
I-DEAM-PM0313-26	Instructivo del analizador automático de gases de Monóxido de Carbono (CO) modelo 48i
I-DEAM-PM0313-27	Instructivo del Sistema automático de medida para PM ₁₀ y PM _{2,5} modelo EDM 180
I-DEAM-PM0313-28	Instructivo del Sistema automático de Medida para PM ₁₀ y PM _{2,5} modelo FIDAS SMART 100E
I-DEAM-PM0313-29	Instructivo del analizador automático de gases de Monóxido de Carbono (CO) modelo 48iQ
I-DEAM-PM0313-30	Instructivo del analizador automático de gases de Dióxido de azufre (SO ₂) modelo 43i
I-DEAM-PM0313-31	Instructivo del analizador automático de gases de Dióxido de azufre (SO ₂) modelo 43iQ
I-DEAM-PM0313-32	Instructivo del analizador automático de gases de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) modelo 42i

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

I-DEAM-PM0313-33	Instructivo del analizador automático de gases de Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) modelo 42iQ
I-DEAM-PM0313-36	Instructivo de la estación meteorológica modelo Vantage Pro2
I-DEAM-PM0313-37	Instructivo de la estación meteorológica modelo CR1000 y CR300
I-DEAM-PM0313-38	Instructivo de la estación meteorológica modelo RAI-M02

Fuente: DEAM-OEFA

2.3.3. Criterios técnicos para la instalación de los sistemas automáticos de calidad ambiental del aire

Para realizar la instalación de los equipos de monitoreo de calidad ambiental del aire se deben cumplir con los requisitos de la Tabla 2.

Tabla 2. Criterios técnicos para la instalación de los equipos de monitoreo ambiental de calidad de aire.

Características	Criterios técnicos	Otros aspectos por considerar
Altura de la entrada de la muestra (sobre el suelo).	Mínimo 1,5 m y máximo 15 m.	De 1,5 m a 4 m se considera lo más adecuado, considerando que la medición está orientada a la calidad del aire que respiramos.
Distancia horizontal con respecto a obstáculos más altos que el equipo de monitoreo.	Mayor o igual a 2,5 veces la diferencia de las alturas (altura del obstáculo - altura de la entrada de la muestra).	Se consideran obstáculos a cualquier barrera física como paredes, edificaciones, árboles, entre otros.
Distancia horizontal respecto de fuentes de emisión cercanas.	Mayor o igual a 20 m; o desde los linderos hacia el exterior, en el caso de actividades extractivas, productivas o de servicios ubicadas en zonas urbanas.	Si la estación de monitoreo utiliza la energía eléctrica de un motor a combustión (grupo electrógeno), este debe encontrarse alejado como mínimo a 50 m al sotavento de la estación.
Distancia horizontal entre dos (2) equipos de monitoreo en la misma estación.	Mayor o igual a 2 m, cuando uno de los equipos de monitoreo utilice flujos mayores a 200 litros por minuto.	
	Mayor o igual a 1 m, cuando ambos equipos de monitoreo utilicen	

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Características	Criterios técnicos	Otros aspectos por considerar
	flujos menores o iguales a 200 litros por minuto.	
Restricciones de flujo de aire hacia la estación de monitoreo.	La estación de monitoreo debe estar ubicada de tal manera que los obstáculos no eviten el ingreso de flujos de aire en al menos 3 de los 4 cuadrantes (Norte, Oeste, Este y Sur).	Una mayor restricción de flujos de aire libre pudiera afectar la representatividad espacial de la estación de monitoreo.

Fuente: Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad Ambiental de aire (2019).

Excepcionalmente, de presentarse dificultades por razones de accesibilidad, seguridad, disponibilidad de energía eléctrica u otros factores, los equipos de monitoreo pueden ser instalados, aunque no se cumpla con exactitud alguno de los criterios indicados, siempre que se asegure que la ubicación de la estación no afectará el cumplimiento del objetivo de monitoreo, lo cual debe ser sustentado con documentación técnica.

2.3.4. Requisitos auxiliares para la instalación de los equipos de monitoreo

- En el lugar donde se instalará una estación de monitoreo debe asegurar que este sea provisto de energía eléctrica de manera continua y sin interrupciones durante el periodo de toma de muestra. La llegada de energía eléctrica debe permitir y asegurar la estabilidad del voltaje, por lo que se debe asegurar el uso de un estabilizador de voltaje o equipos UPS.
- Asegurar que todo el cableado tanto de la infraestructura como de los equipos debe ser del tipo de cable vulcanizado y del número adecuado en relación al amperaje que requieran los equipos de medición.
- Para los sistemas automáticos de partículas los cabezales y tubos de muestreo las tomas de muestras deben estar construidas con materiales inertes (vidrio de borosilicato, politetrafluoroetileno (PTFE), aluminio o acero inoxidable calidad 316).
- En el caso de gases ambientales CO, SO₂ y NO₂, el material del manifold debe ser de vidrio de borosilicato o PTFE, además de utilizar los puertos más cercanos a la entrada del manifold.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- La altura de la entrada de muestras sobre el techo del cual se proyecta, debe ser mínimo de 1 metro para el manifold de gases y de 1,8 metros para los cabezales de material particulado.

2.3.5. Verificación y ajuste de los sistemas automáticos

El/La operador/a de ensayos de calidad de aire deberá de realizar la verificación y ajuste (en caso sea necesario) de las variables de los sistemas automáticos de gases o material particulado, establecidas en los instructivos según el parámetro a muestrear de la Tabla 1 “*Instructivos operativos para los ensayos de calidad de aire.*”, cumpliendo con la frecuencia y criterios de aceptación definidos en el Instructivo I-DEAM-PM0314-20 “Instructivo de aseguramiento y control de calidad de muestreo y mediciones en campo”, y posteriormente registrados en sus respectivos formatos.

Al finalizar las verificaciones y ajustes necesarios, iniciar la medición según el flujo y periodos de muestreo definidos en la Tabla 1 “*Instructivos operativos para los ensayos de calidad de aire*” para cada parámetro a muestrear.

Luego de iniciar la medición, registrar los siguientes datos en el registro PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” ingresando a la siguiente ruta: <https://desarrollo.oefa.gob.pe/deam/stec/bitacora02/4>

- Información del usuario (correo, contraseña, responsable, cargo)
- Información del lugar de muestreo (nombre o código de la estación de muestreo, coordenadas UTM, altitud, lugar específico de la estación de muestreo, fecha de inicio, hora de inicio, tipo de evaluación, parámetros a medir, Método de análisis);
- Detalle de la actividad (código de acción, actividad/evento, estado de la actividad, observaciones, tales como condiciones del tiempo meteorológica reinantes en el lugar y la presencia de fuentes de emisión, naturales o antropogénicas (originadas por actividades humanas), etc, en las zonas circundantes durante el muestreo);
- Adjuntos (archivos, documentos, imágenes, videos)
- Información de equipos (listado de equipos usados en la estación de muestreo: marca, modelo, serie, código patrimonial).

2.4. Acciones posteriores al muestreo

- Transcurrido el periodo de muestreo o semanalmente, descargue la data de los sistemas automáticos de gases, material particulado y estación

⁴ Para ingresar al PM0313-F34 solicitar la creación de usuario y contraseña al Responsable Técnico de calidad de aire

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

meteorológica por telemetría mediante el PM0313-F39 “Módulo 0”⁵ (para ingresar al Módulo 0 ir al siguiente enlace <https://desarrollo.oefa.gob.pe/deam/stec/vigilancia/MODULO0/>) ó de manera manual (en caso amerite) según su instructivo en base a la marca y modelo del equipo usado, precisado en la Tabla 1 “*Instructivos operativos para los ensayos de calidad de aire*”.

- Luego de culminar con la descarga de información, iniciar el procesamiento y validación en el formato PM0313-F36 “Procesamiento y validación de data cruda de equipos de calidad ambiental del aire” según las acciones establecidas en el I-DEAM-PM0313-35 “Instructivo para el procesamiento y validación de data cruda de equipos de calidad ambiental del aire”. El valor final validado será reportado en unidades de ug/m³ en el formato PM0313-F38 “Reporte de calidad ambiental de aire”.
- Para reportar en unidades de microgramo por metro cúbico en casos de muestreos de gases con equipos automáticos, se debe de realizar la siguiente conversión:

$$\text{Concentración} = [\text{Gas}] = \frac{M}{V_{\text{std}}} = [\text{ppb}] \times \left(\frac{\bar{M}}{V_{\text{mol}}} \right)$$

Donde:

M: masa del contaminante en µg (microgramos).

Vstd: volumen estandarizado de la muestra en m³ std.

[ppb]: concentración del contaminante en partes por billón.

M: peso molecular del contaminante en gramos/mol.

Vmol: volumen de un mol de gas a condiciones estándar= 24,4 litros/mol.

- En casos de muestreos de material particulado (PM_{2.5}; PM₁₀) con equipos automáticos, el SAM (Sistema Automático de medida) te brinda los datos en unidades de microgramo por metro cúbico.
- Una vez culminado con el periodo de muestreo o campaña en la estación de muestreo, todo el equipamiento será trasladado a las instalaciones de la UF-OTEC y devuelto, a su vez deberá mantenerse en óptimo estado de limpieza y en buenas condiciones de funcionamiento, debiendo comunicar a el/la asistente de gestión de equipos, en caso se presente cualquier desperfecto, daño o pérdida del equipamiento de acuerdo con el procedimiento PM0309 “Aprovisionamiento y Devolución de Equipamiento” del Manual de Procedimientos “Evaluación Ambiental”.

⁵ Para ingresar al PM0313-F39 solicitar la creación de usuario y contraseña al Responsable Técnico de calidad de aire

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Anexo 1

Principios de medición de ensayos de calidad de aire

En la siguiente tabla, se describen los principios de medición según su normativa vigente y líneas abajo el principio de medición de cada método.

Tabla 3. Normativas de los métodos de ensayo de calidad de aire

PARÁMETRO	MÉTODO
Material Particulado PM _{2,5} ; PM ₁₀	UNE-EN 16450:2017. Aire Ambiental. Sistemas automáticos de medida para la medición de la concentración de material particulado (PM _{2,5} ; PM ₁₀)
Dióxido de Azufre (SO ₂)	NTP-ISO 10498:2017 (revisada el 2022). Aire Ambiental. Determinación de dióxido de azufre. Método de fluorescencia ultravioleta.
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	NTP-ISO 7996:2019 Aire Ambiental. Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno. Método de quimioluminiscencia.
Monóxido de Carbono (CO)	NTP-ISO 4224: 2019. Aire Ambiental. Determinación de Monóxido de Carbono. Método de espectrometría infrarroja no dispersiva.

a) Material Particulado PM_{2,5} y PM₁₀ - Método de Dispersión de Luz

El principio se basa en la respuesta de cada partícula del analito (por ejemplo, material particulado) a un haz de luz emitido a la corriente de aire que ingresa al equipo automático. En específico, la respuesta de reflexión al haz de luz permite determinar el tamaño de cada partícula en función de su ángulo de reflexión, así como la cantidad de partículas presentes en la muestra.

b) Dióxido de Azufre (SO₂) – Método de Fluorescencia ultravioleta

El principio de medición se basa en la propiedad de las moléculas de SO₂ de emitir luz fluorescente cuando son previamente excitadas con luz ultravioleta (UV), donde se dan las siguientes reacciones.

La primera etapa de la reacción es:

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024



En la segunda etapa, la molécula excitada de SO_2^* , retorna a su estado de base inicial, emitiendo un fotón de energía $h\nu$ como la siguiente reacción:



Posteriormente la intensidad de la radiación fluorescente es proporcional al número de moléculas de SO_2 en el volumen de detección, y es, por tanto, proporcional a la concentración molar de SO_2 .

$$I = k[\text{SO}_2]$$

Donde:

- I: Intensidad de la radiación fluorescente;
- K: factor de proporcionalidad;
- $[\text{SO}_2]$: concentración molar de SO_2

La muestra de aire ingresa al analizador, donde un scrubber elimina cualquier interferencia de hidrocarburos aromáticos que pueda estar presente. Luego entra a una cámara de reacción donde es irradiada con radiación UV con una longitud de onda entre los 200 nm a 220 nm. La luz fluorescente, emitida en un rango de longitudes de 240 nm a 420 nm, es filtrada ópticamente y luego convertida en una señal eléctrica mediante un detector (tubo fotomultiplicador).

c) Dióxido de Nitrógeno (NO_2) – Método de quimioluminiscencia

El principio de medición consiste en hacer reaccionar el NO de la muestra con el O_3 generado por el equipo. De esta manera, se forman moléculas de NO_2 inestables, las cuales, al buscar nuevamente su estado fundamental, emiten una cantidad de radiación quimioluminiscente que es proporcional a la concentración de NO presente en la muestra de aire.

El procedimiento descrito permite la cuantificación del NO y no del NO_2 . Por esa razón, es necesario realizar luego el siguiente procedimiento complementario:

- La muestra de aire que contiene NO_x ($\text{NO}_2 + \text{NO}$), ingresa al equipo y pasa por un convertidor de molibdeno, el cual reduce el NO_2 a NO.
- Luego, el NO_x (NO reducido con el convertidor de molibdeno + NO) reacciona con el ozono generado por el equipo, originando moléculas de NO_2 inestables, las cuales, al buscar nuevamente su estado fundamental, emiten una cantidad de radiación quimioluminiscente que es proporcional a la concentración de NO_x presente en la muestra de aire.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- Posteriormente, para la determinación del NO₂, el analizador procede a calcular la diferencia aritmética del NO (identificado con el procedimiento inicial) y el NOx (identificado con el presente procedimiento complementario).

En adición a lo indicado, es importante tener especial cuidado en las interferencias potenciales del método ocasionadas por la temperatura de operación, la generación de ozono o la presencia de partículas.

d) Monóxido de Carbono (CO) – Método de espectrofotometría infrarroja no dispersiva

Una muestra de aire atmosférico se introduce en un sistema de acondicionamiento de muestra y posteriormente en un espectrómetro de radiación infrarroja no dispersiva (NDIR).

El espectrómetro mide la absorción por CO a 4,7 µm usando dos (2) haces infrarrojos paralelos a través de una cámara de muestra, una cámara de referencia y un detector selectivo. La señal del detector se envía al sistema amplificador de señal y control y la de salida del analizador se mide en un sistema medidor y registrador.

Algunos instrumentos utilizan un filtro de correlación de gas para comparar el espectro de absorción infrarroja entre el gas medido y otros gases presentes en la muestra, en una sola cámara. Estos instrumentos utilizan una muestra de CO de alta concentración como filtro para los rayos infrarrojos transmitidos a través de la cámara de muestra, para obtener un haz que no puede ser atenuado por el CO presente en la muestra, y así actuar como un haz de referencia. La radiación de banda ancha que pasa a través de la cámara de medida y el filtro de CO es filtrada de nuevo por un filtro de paso hacia el detector de banda estrecha, que solamente permite el paso de la porción de radiación a la que es sensible el CO. La eliminación de las longitudes de onda a las que son sensibles otros gases reduce las interferencias. La radiación de banda ancha que pasa a través de la celda de muestra y el filtro de CO se filtra nuevamente mediante un filtro de paso de banda estrecho que permite que solo la parte de la banda sensible al CO pase al detector. La eliminación de longitudes de onda sensibles a otros gases reduce las interferencias.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo del analizador automático de gases de Monóxido de Carbono (CO) modelo 48i

I. OBJETIVO

Establecer las acciones para la instalación, verificación, uso y mantenimiento preventivo en campo del analizador automático de gases, marca Thermo Scientific, modelo 48i, para la determinación de Monóxido de Carbono (CO) del aire ambiente.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Consideraciones preliminares

El/La operador/a de ensayos de calidad de aire debe considerar los siguientes criterios:

- Para la instalación y uso del equipo, considerar los criterios y requisitos técnicos establecidos en el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire”¹, NTP-ISO 4224:2019² y/o de acuerdo con lo establecido en el Manual del fabricante³.
- En la recepción de los equipos el/La Operador/a de ensayo deberá de revisar e inspeccionar en las instalaciones de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (en adelante, **UF-OTEC**), antes de la salida a campo que todos los accesorios y herramientas se encuentren completos usando el formato PM0309-F01 “Lista de verificación para equipos” así como dar conformidad al formato PM0309-F07 Verificación operacional de analizadores automáticos de gases, ejecutado por la UF-OTEC.
- El mantenimiento preventivo y correctivo, así como las configuraciones necesarias, verificaciones y ajustes del analizador es ejecutado por la UF-OTEC de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- El Gestor de ensayo de calidad de aire, es el responsable de hacer cumplir el presente documento.
- El Operador de ensayo de calidad de aire, es el responsable del correcto cumplimiento de lo establecido en el presente instructivo y usar la documentación vigente.

¹ Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM.

² NTP-ISO 4224:2019. “Aire Ambiental. Determinación de monóxido de carbono. Método de espectrometría infrarroja no dispersiva”

³ Model 48i Instruction Manual. Gas Filter Correlation CO Analyzer Part Number 101891-00. 18Dec2010

2.2. Descripción del equipo

El Analizador consta de las siguientes partes y equipos:

Figura 1. Partes del Analizador Automático (Vista posterior)

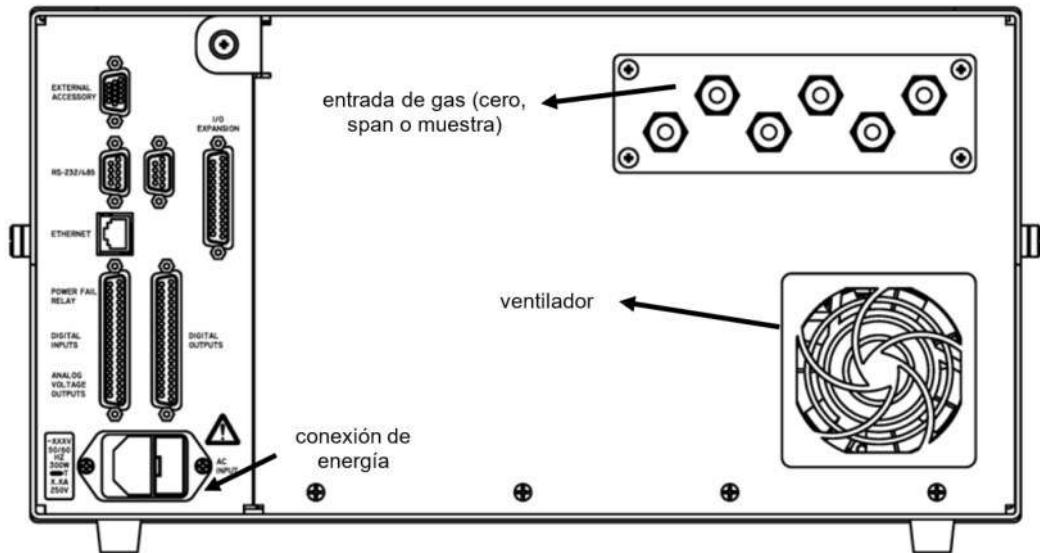
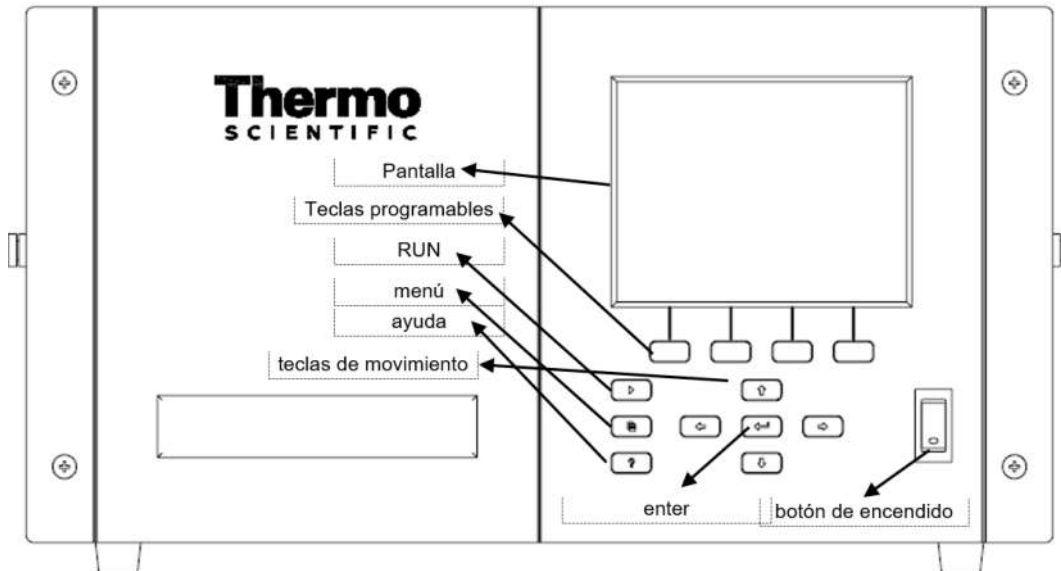


Figura 2. Partes del Analizador Automático (Vista frontal)

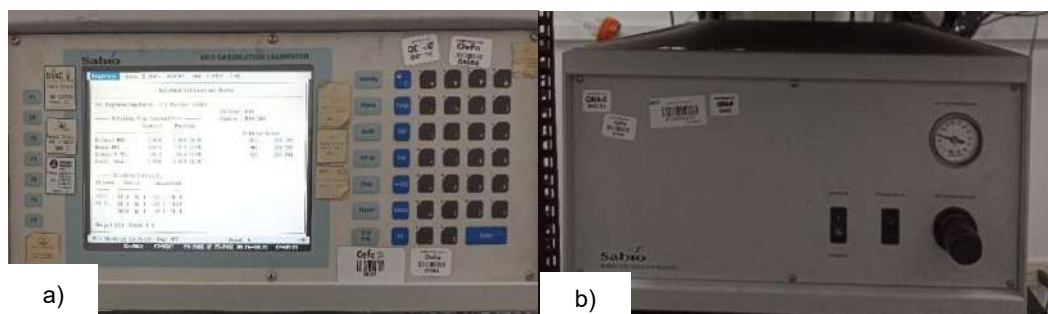


 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 3. a) caseta portátil, b) caseta móvil, c) caseta fija



Figura 4. a) calibrador por dilución de gases, b) generador de aire cero



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 5. Partes del balón de gas patrón



Figura 6. Calibrador de Flujo marca Mesalab modelos Defender y modelo BGI tetraCal

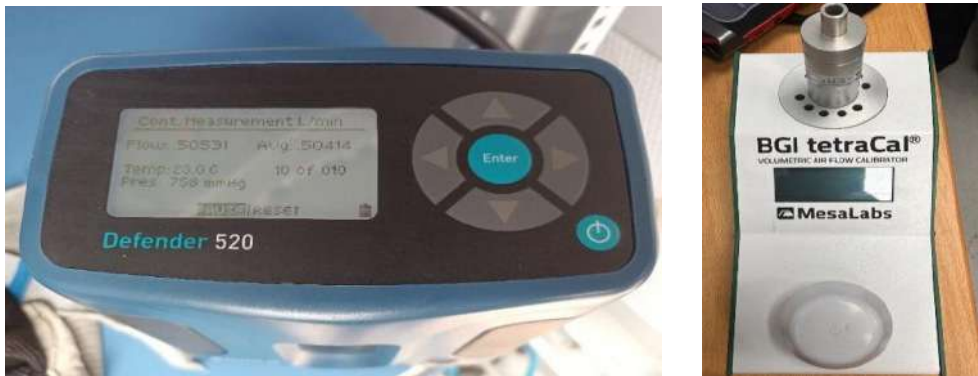
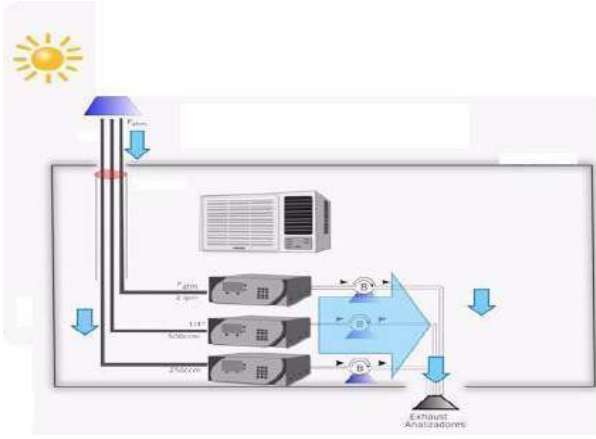


Figura 7. Termohigrómetro - VAISALA



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.3. Armado del equipo y Configuración

2.3.1	Armado y encendido
a.	Antes de la instalación del analizador de gases se debe de considerar los criterios técnicos precisados en el instructivo I-DEAM-PM0313-25 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de aire”.
b.	Montar el analizador de gases de manera horizontal en una bandeja de aluminio en el interior de una caseta cerrada (shelter). Esta caseta debe contar con un equipo de aire acondicionado y/o calefacción según aplique que permita mantener la temperatura al interior de la caseta (portátil, fija o móvil) entre 20°C y 30°C.
c.	Encender el aire acondicionado y/o calefacción según aplique, setear y configurar a una temperatura ambiental de 25°C $\pm$ 5°C antes de la instalación del analizador de gases, y esperar un tiempo aproximadamente de 10 minutos hasta que las condiciones ambientales internas del shelter se estabilice. 
d.	Conectar el analizador de gases a un tomacorriente a un voltaje de 220 V y una frecuencia de 60 hertz; la energía eléctrica deberá ser de la red o proporcionada de un generador eléctrico, luego será rectificada mediante un Uninterruptible Power Supply (UPS) el mismo que servirá de respaldo en posibles fluctuaciones o cortes de energía eléctrica. <i>Nota.</i> El analizador de gases se suministra con un cable de conexión a tierra de tres hilos. En ninguna circunstancia se debe anular este sistema de puesta a tierra.
e.	Encender el analizador de gases y esperar un tiempo mínimo de 120 minutos y/o desaparezcan las alarmas, para que se estabilicen los parámetros de funcionamiento.

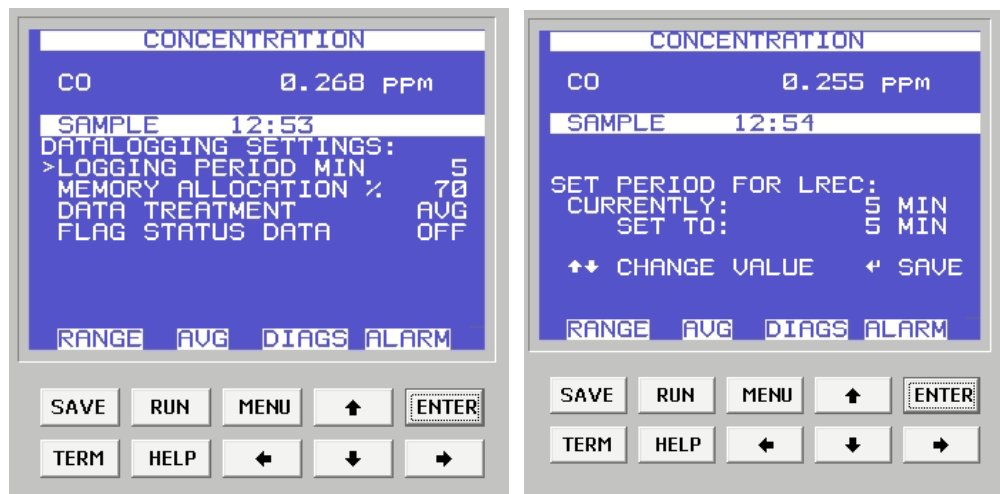
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

f.	Durante el tiempo que el analizador de gases se está estabilizando, revisar y/o realizar las configuraciones de fecha y hora del analizador, parámetros de medición, rangos de operación, intervalos de tiempo de registro y otras configuraciones necesarias. Asimismo, luego de los ciento veinte (120) minutos mínimos de estabilización, proceder a realizar las verificaciones y ajustes correspondientes.
2.3.2	Configuración del analizador A continuación, se detalla las configuraciones necesarias para el funcionamiento y medición de analizador, por lo que no deberán de ser modificadas luego del inicio del muestreo, a excepción que se realicen actividades de verificaciones y/o ajustes necesarios, incidencias que pudieran ocurrir (cortes de luz, mantenimientos, etc). Antes de iniciar con el periodo de muestreo, revisar que las configuraciones realizadas por el personal de la UF-OTEC se hayan realizado correctamente, caso contrario actualizarlas.
a.	Configuración de fecha y hora del analizador
a.1	Revisar que la fecha y hora del analizador se encuentre actualizada en tiempo real, ingresando a la siguiente ruta Menu ()>Instrument Control>Date/Time, en caso no esté en tiempo real, presionar el botón ↵ (enter), y con ayuda del botón (→) elegir la fecha (día, mes, año), hora (hh:mm:ss) y actualizar el valor con los botones (↑) (↓). Para guardar los cambios presionar el botón ↵ (enter), y regresar a la pantalla principal con el botón (→).  

b. Configuración de intervalo de registro de datos

Para la configuración del intervalo de registro de datos, ingresar a la siguiente ruta **Menu>Instrument Control>DataLogging Settings>Configure DataLogging> Logging Period Min**; actualizar o definir con los botones () el periodo de registro de datos en 5 minutos, guardar los cambios presionando el botón  (enter), y regresar a la pantalla principal con el botón ().

b.1



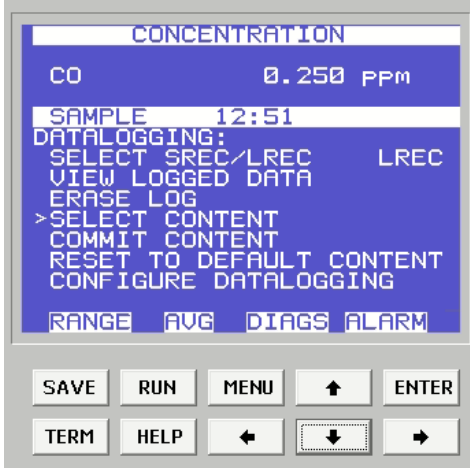
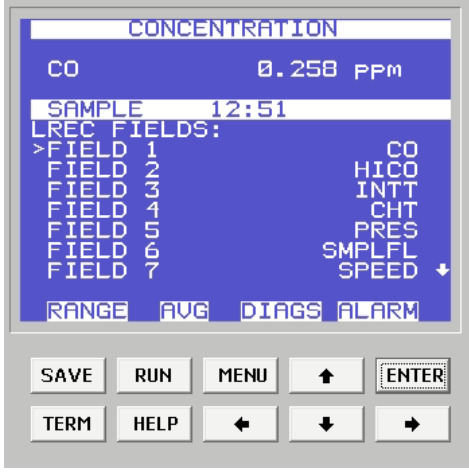
Para configurar el tiempo promedio de visualización de los valores de concentración de CO en la pantalla digital del analizador ir a la siguiente ruta **Menu>Averaging Time** y seleccionar como tiempo promedio 60 segundos. Luego guardar los cambios presionando el botón  (enter), y regresar a la pantalla principal con el botón ().

b.2

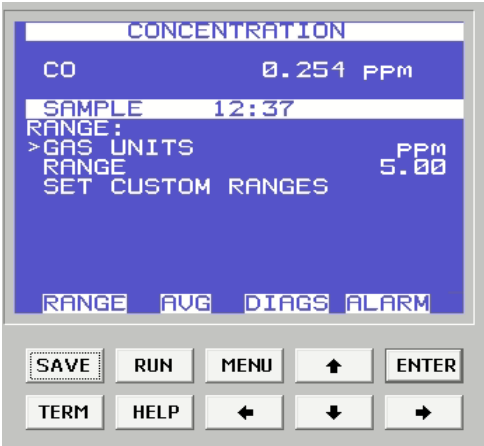
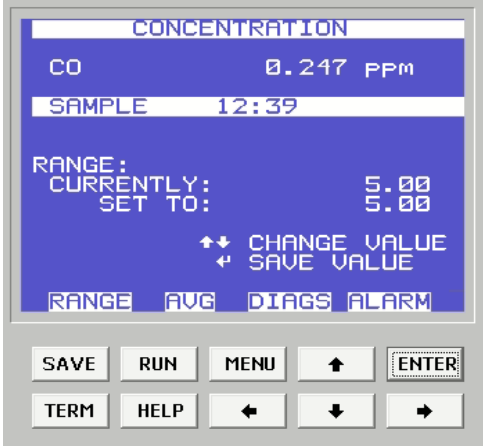
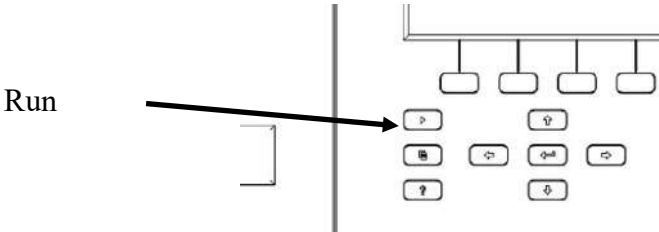


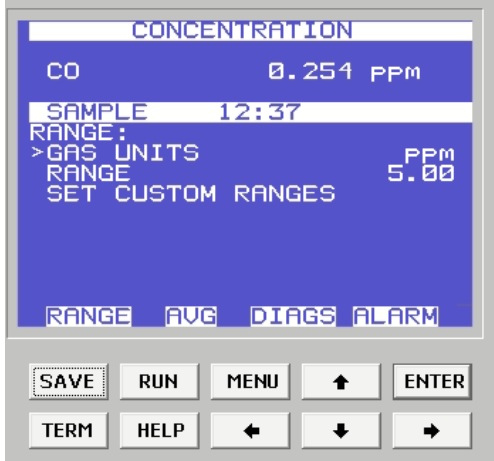
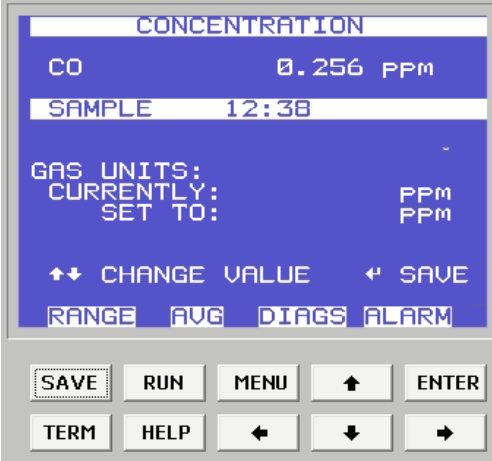
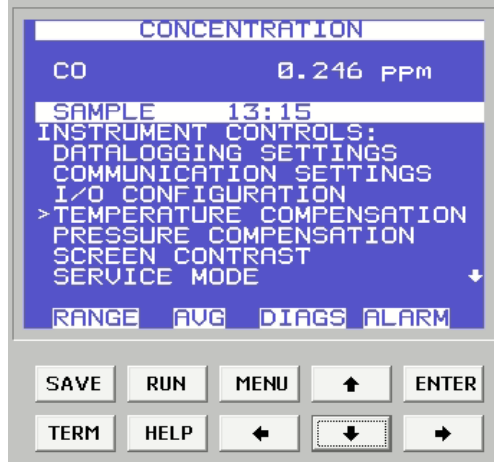
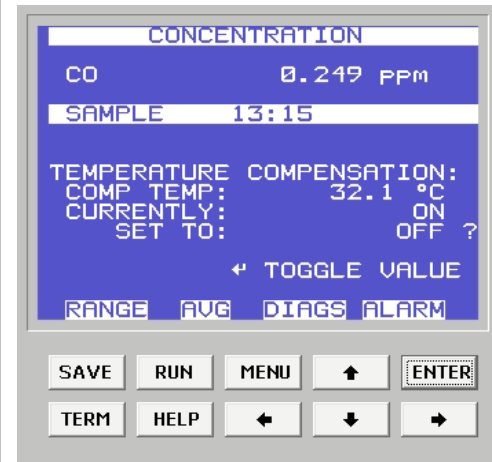
Nota. Al realizar verificaciones y/o ajustes en cero/span, considerar el tiempo promedio en 300 segundos (tiempo máximo del analizador).

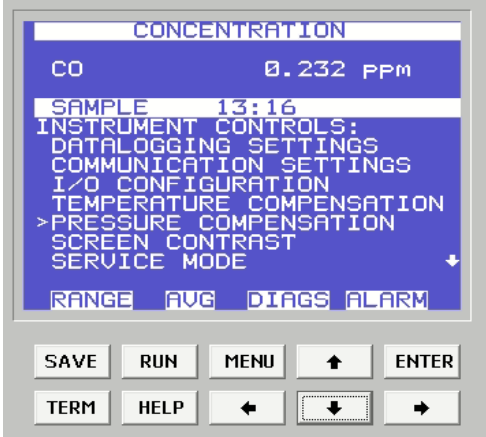
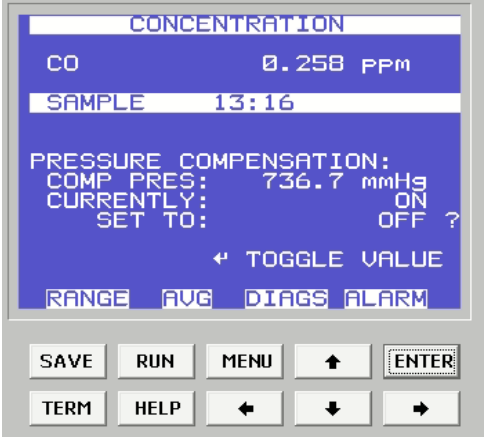
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

c.	Configuración del registro de variables de medición
c.1	Revisar que la configuración del registro de los variables de medición este completa y sea la correcta por lo que se debe ir a la siguiente ruta: Menu>Instrument Control>DataLogging Settings>Select Content y en caso falte alguna variable en el campo “field X: None” seleccionar con el botón () y añadir/cambiar con el botón ↵ (enter). Luego seleccionar others measurement/Concentrations para actualizar las variables. Guardar los cambios ingresando a la opción “Commit Content”. Posteriormente apagar el analizador y encenderlo nuevamente, para que se termine de aplicar los cambios.   Las variables mínimas que debe de contar el analizador de gases son: - CO - HICO - INTT - CHT - PRES - SMPLFL - SPEED - BIASV - INTENSITY <i>Nota.</i> Al quitar o añadir una variable, inicia una nueva data de registro y se elimina toda la data anterior.

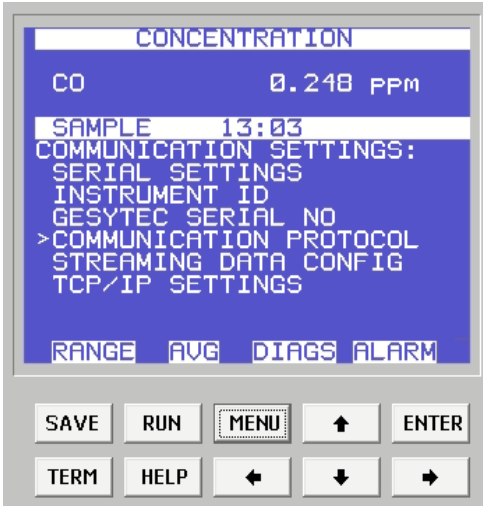
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

d.	Configuración de rangos de operación
d.1	Para establecer el rango de trabajo ingresar a la siguiente ruta Menú>Range>Range y mediante los botones de movimiento establecer el rango de trabajo de acorde al certificado de calibración (ejemplo rango máximo 5.0 ppm), posteriormente presionar ↵ (enter) para guardar y regresar a la pantalla principal con el botón (▶).  
e.	Configuración de la entrada de gas en el analizador.
e.1	Para las acciones de muestreo, verificación y/o ajuste cambiar la entrada de gas de sample (muestreo) a cero ó Span en caso el analizador de gases cuente con la configuración, presionar el botón ▶ (Run): - Sample: Se configura para que el analizador mida la muestra del ambiente. Si se continúa presionando el botón ▶ (RUN), aparecerán las siguientes opciones: - Cero: Se configura para realizar la verificación y/o ajuste de aire cero; al seleccionar esta opción el analizador se configura en modo cero. - Span: Se configura para realizar la verificación y/o ajuste del span; al seleccionar el analizador se configura en modo span. <i>Nota.</i> Se advierte duramente el periodo el periodo de muestreo el Operador de ensayo debe de asegurarse que la opción de entrada de gas se encuentre en “sample”. 

f.	Configuración de las unidades de la concentración
f.1	Para realizar la configuración de las unidades de la concentración de CO ir a la siguiente ruta Menú>Range> Gas Units y mediante los botones de movimiento ( ) establecer las unidades en ppm, posteriormente presionar  (enter) para guardar y regresar a la pantalla principal con el botón ().  
g.	Configuración de compensación de temperatura y presión
g.1	Ingresar a la siguiente ruta Menu>Instrument Controls>Temperature Compensation y <u>habilitar (ON)</u> la opción de “Temperature Compensation” con la tecla  (enter) y regresar a la pantalla principal con el botón ().  
g.2	Ingresar a la siguiente ruta Menu>Instrument Controls>Pressure Compensation y <u>habilitar</u> la opción de “Pressure Compensation” con la tecla  (enter) y regresar a la pantalla principal con el botón ().

	 
h.	Configuración del analizador automático para transmisión por telemetría
h.1	En caso se necesite realizar la transmisión de los datos de las mediciones ambientales de manera remota (telemetría), deberá de ser realizado según las consideraciones del I-DEAM-PM0313-34 Instructivo de Implementación y transmisión de información mediante el Sistema de Telemetría en las estaciones de monitoreo ambiental, por lo que para realizar la configuración del analizador se debe de ingresar a la siguiente ruta Menú>Instrument Controls>Communication Settings>TCP/IP Settings, deshabilitar la opción “DHCP” y colocar la configuración de IP (ejemplo: 192.168.1.XX) que será proporcionado por el Responsable Técnico de Calidad de Aire, y con ayuda del botón (← →) elegir el campo y actualizar el valor con los botones (↑ ↓). Para guardar los cambios presionar el botón ↵ (enter), y regresar a la pantalla principal con el botón (→).  

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

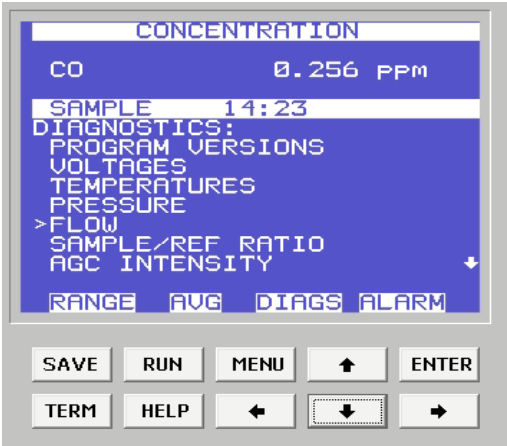
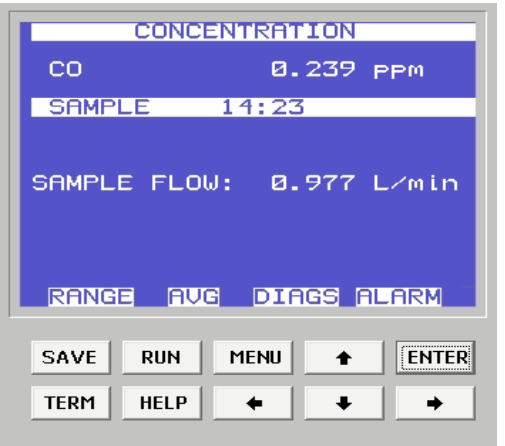
h.2	Luego de configurar el IP, ingresar a la opción de Menú>Instrument Controls>Communication Settings>Communication Protocol, seleccionar la opción de CLINK. Luego presionar el botón ↵ (enter), y regresar a la pantalla principal con el botón (⏪).  
h.3.	Las variables que se transmitirán según el Protocolo de comunicación CLINK como mínimo son: - Flags - Conc CO - Presión - Flujo - Temperatura interna - Velocidad - Voltaje BIAS - Intensidad (frecuencia) - Temperatura de cámara

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificaciones.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.4. Verificación y/o ajuste del analizador automático de gases

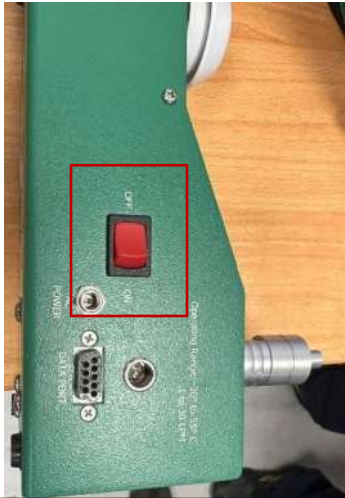
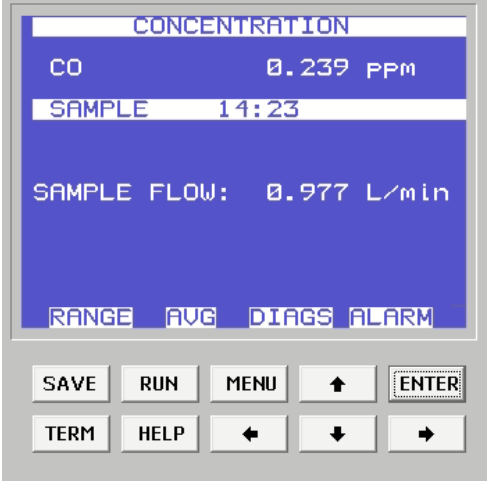
Luego de que el analizador se encuentre configurado, proceder con las siguientes verificaciones en las frecuencias establecidas en el Anexo 1, antes de completar la instalación.

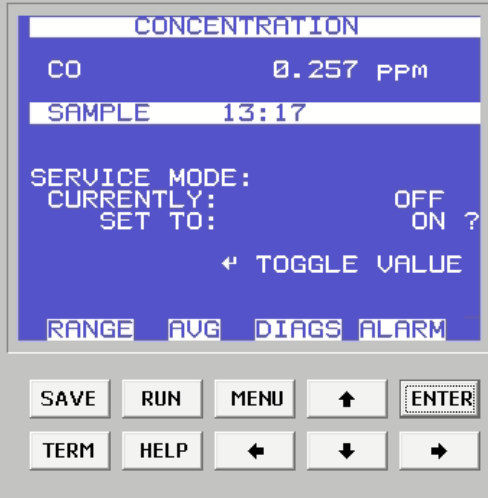
2.4.1	Verificación del estado de parámetros operacionales
a.	Luego de haber transcurrido los 120 minutos de estabilización como mínimo, registrar en el formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizador automático de gases, la información del equipamiento, las condiciones ambientales internas de la caseta (fija, móvil o portátil) inicial (antes de la verificación) y final (después de la verificación), el rango máximo de trabajo y luego proceder a realizar la verificación del estado de parámetros operacionales del analizador automático de gases, evaluando si es conforme o no, antes de iniciar las verificaciones y/o ajustes, y al culminar el proceso de las verificaciones y/o ajustes, dependiendo del valor que figura en el analizador de gases.
b.	En caso hubiera alguna alarma presente, o algún parámetro se encuentre fuera del rango, realizar los ajustes necesarios para corregirlo. Si la alarma persiste o no se pudiera corregir, realizar las acciones según lo precisado en el inciso “e” del “ ítem de consideraciones finales ”.
2.4.2	Verificación prueba de fuga
a.	Antes de empezar con las verificaciones realizar la prueba de fuga, para lo cual se deberá taponear la toma de muestra “sample” del analizador de gases.
b.	Ingresar a la siguiente ruta Menú>Diagnostic>Flow y aproximadamente en 5 minutos verificar que el flujo oscile en 0 L/min y en la ruta Menú>Diagnostic>Presión verificar que la presión se encuentre menor a 180 mmHg.  

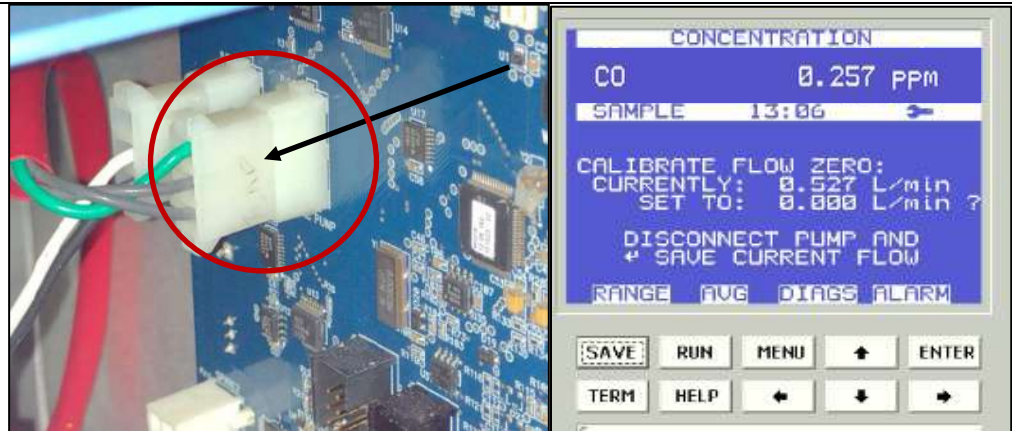
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

c.	En caso la prueba no sea conforme, identificar la fuga y repetir el proceso nuevamente.
d.	En caso el flujo sea 0 L/min y la presión sea mayor a 180 mmHg, o, al contrario, informar al jefe inmediato y proceder según el inciso “e” del “ ítem de consideraciones finales ”.
2.4.3	Verificación de flujo
a.	Para realizar la verificación de flujo y se use el verificador de flujo marca Mesalab modelo Defender, encender el equipo verificador de flujo presionando el botón  por unos segundos hasta que el equipo encienda, y mediante el botón “enter” seleccionar la opción “measure”. Luego seleccionar la opción “single” para leer un flujo de manera única ó “continue” para realizar la lectura de flujo de manera continua y automática.  <i>Nota.</i> Se recomienda usar el calibrador de flujo, energizándolo directamente con su fuente de alimentación de energía, puesto que la batería interna tiene un tiempo de vida, y no sea suficiente para que el equipo funcione correctamente. A su vez se debe de posicionar el equipo en una superficie plana.
b.	Para realizar la verificación de flujo y se use el verificador de flujo marca Mesalab modelo BGI - Tetracal, encender el equipo verificador de flujo presionando el interruptor posterior derecho (ON/OFF), colocar el venturi más largo N° 132/3 (Rango: 0.1 lpm a 1.2 lpm) e insertar el adaptador para manguera.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

			
	botón de encendido	imagen frontal	venturis
c.	Verificación 1: Posteriormente para realizar la verificación de flujo, se debe conectar el verificador de flujo en la entrada de muestra “sample” del analizador y el otro extremo en la entrada del verificador de flujo. Luego ingresar a la siguiente ruta: Menú>Diagnostic>Flow, para visualizar el flujo del analizador y compararlo con el valor que se visualiza en el equipo verificador lo cual debe de estar dentro del criterio de aceptación $\pm 4.1\%$ (error relativo).  <i>Nota.</i> Para el caso del equipo verificador de flujo marca Mesalab modelo BGI Tetracal, registrar el caudal ambiental (Qa).		
d.	En caso de que el flujo del analizador se encuentre fuera del criterio de aceptación, realizar el ajuste activando el modo servicio desde la siguiente ruta Menu> Instrument Control>Service Mode>ON (continuar con el numeral 2.4.4 Ajuste de Flujo).		

	 
e.	Verificación 2: En caso de que el flujo de muestreo se ha modificado más del $\pm 20\%$ del valor inicial, verificar la saturación del filtro de partículas incorporado, para ello se conecta una manguera en un extremo del verificador de flujo, y el otro extremo en la manguera antes de la entrada del portafiltro (manguera que va al manifold). Luego ingresar a la siguiente ruta: Menú>Diagnostic>Flow, para visualizar el flujo del analizador y compararlo con el valor que se visualiza en el equipo verificador lo cual debe de estar dentro del 5%.
f.	Si en la verificación 2 el flujo supera el 5%, reemplazar el filtro.
g.	Registrar en el formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizadores automático de gases los factores de cero y span, antes de la verificación de flujo (inicial) y luego del ajuste de flujo (final) ingresando en la siguiente ruta Menu>Service>Flow Calibration.
2.4.4	Ajuste de flujo
a.	Para ajustar el flujo en un valor cero, quitar la tapa superior del analizador y “desconectar la fuente de alimentación de energía de la bomba”, ingresar a la ruta Menu>Service>Flow Calibration>Calibrate Flow CERO, e insertar el valor real de flujo del patrón en la opción “SET TO” del analizador. Esperar que el valor se establezca hasta llegar a 0.000 L/min.



Nota. Este proceso de ajuste de flujo en cero solo será realizado por el personal autorizado o personal de la UF-OTEC.

b.

Posteriormente luego de activar el modo servicio ingresar a la siguiente ruta **Menu>Service>Flow Calibration>Calibrate Flow SPAN** para ajustar el flujo en un valor span e insertar el valor real de flujo del patrón en la opción “**SET TO**” del analizador. Esperar que el valor se estabilice y verificar posteriormente que este dentro del criterio de aceptación de $\pm 4.1\%$ (error relativo).



c.

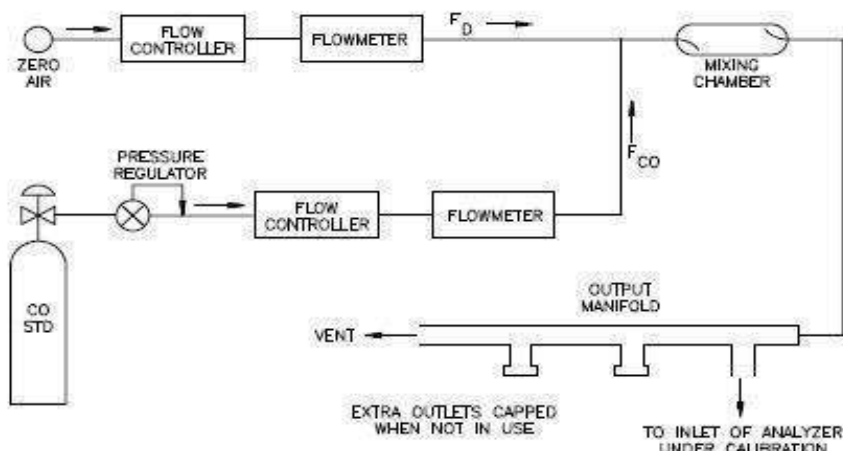
Luego de realizar el ajuste de flujo, registrar los factores de calibración de span y cero ingresar en la siguiente ruta **Menu>Service>Flow Calibration**.

2.4.5 Verificación de aire cero y concentración conocida span

a. Consideraciones previas

a.1

Para realizar la verificación/ajuste correspondiente de aire cero y concentraciones de span, conectar el analizador de gases y el sistema de verificación/ajuste in situ, según el orden que figura en la siguiente imagen. Usar un filtro de teflón en la línea de muestra antes de que el gas ingrese al analizador.



- | | |
|-----------|---|
| a.2 | Cabe indicar que la velocidad de flujo en el colector de salida (dilutor) debe ser mayor que el flujo total requerido por el analizador y cualquier otra demanda de flujo conectada al colector (dilutor). |
| a.3 | Para la instalación del sistema de verificación/ajuste seguir los siguientes pasos que se detalla a continuación. |
| b. | Uso del gas patrón |
| b.1 | Verificar que la presión del cilindro de gas en el manómetro primario se encuentre por encima de los 2MPa (equivalente a 290 psi). Si la presión se encuentra por debajo, rechazar el cilindro. |
| b.2 | Revisar que el regulador de gases se encuentre sellado y la válvula general del cilindro se encuentre cerrado. |
| b.3 | <p>Para realizar la prueba de fuga en el cilindro de gas patrón realizar los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conectar el sistema regulador de presión al cilindro de gas patrón. 2. Cerrar la válvula de salida del gas (close) y abrir la válvula principal del cilindro de gas patrón (antihorario). 3. De manera inmediata cerrar en sentido horario la válvula principal del cilindro de gas patrón. 4. En un tiempo aproximado de 5 minutos, verificar que la presión del manómetro primario no disminuya, registrando los valores iniciales y finales en el formato PM0313-09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases. |

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

		
b.4	Completar la conexión de todo el sistema de verificación/ajuste (cilindro – dilutor – generador de aire cero – analizador automático de gases).	
b.5	Posteriormente realizar una verificación de fugas con el sistema de verificación/ajuste según los pasos, con el sistema apagado: 1. Abrir la válvula de salida del gas (open) y abrir la válvula principal del cilindro de gas patrón. (antihorario). 2. De manera inmediata cerrar en sentido horario la válvula principal del cilindro de gas patrón. En un tiempo aproximado de 5 minutos, verificar que la presión del manómetro primario no disminuya, registrando los valores iniciales y finales en el formato PM0313-09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases.	
b.6	En caso exista fuga, identificarlo y repetir los anteriores pasos hasta que la prueba sea aceptable.	
c.	Configuración del generador de aire cero	
c.1	Conectar el cable poder del equipo a un tomacorriente de 220V.	
c.2	Encender el equipo de generador de aire cero, y esperar que caliente a una temperatura según lo establecido en el manual del fabricante en un tiempo mínimo de diez (10) minutos.	
c.3	Verificar que el manómetro del generador de aire cero se encuentre dentro de los 25 psi a 30 psi. En caso no llegue a esta presión, asegurar que no existan fugas en el sistema de conexión hacia el dilutor.	
d.	Configuración del dilutor	
d.1	Conectar el cable poder del equipo a un tomacorriente de 220V.	
d.2	Encender el equipo y esperar que inicie su sistema.	

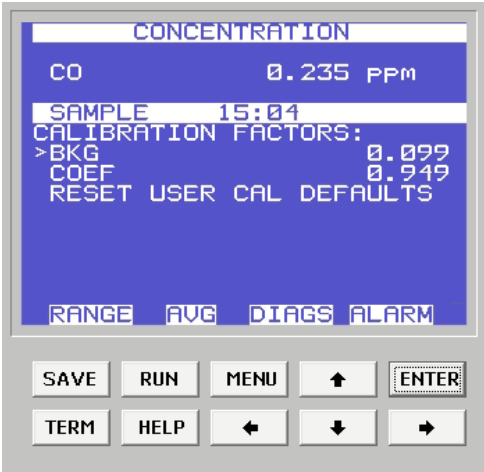
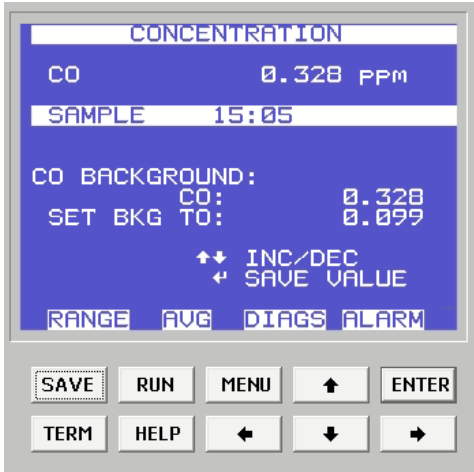
Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias. La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

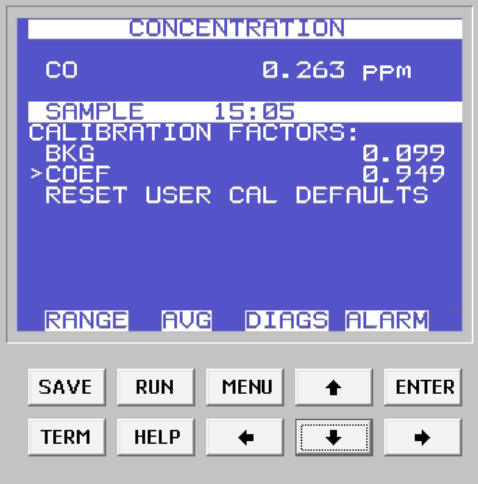
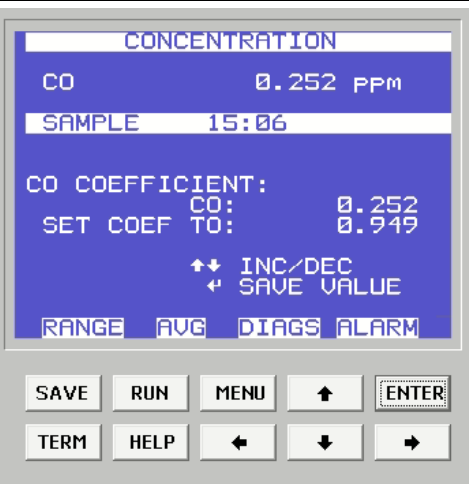
d.3	Cabe precisar que el dilutor ya viene configurado por la UF-OTEC con el gas patrón a usarse en campo, según precisiones del manual del fabricante.
d.4	Se recomienda revisar la información establecida en el rotulo del cilindro de gas patrón con la configuración realizada en el dilutor. En caso se necesite realizar alguna configuración adicional, referirse al manual del fabricante y con el soporte del personal UF-OTEC.
d.5	Posteriormente se recomienda revisar los valores de concentración de los gases según la secuencia que se va a requerir para realizar la verificación y/o ajuste correspondiente de aire cero y span.
d.6	Luego de haber culminado con la revisión y haber asegurado con las conexiones del sistema de verificación, proceder con la verificación y ajuste necesario.
2.4.6	Verificación de aire cero
a.	Al culminar las configuraciones y conexiones del sistema de verificación/ajuste al analizador de gases, revisar o regular que la presión en el manómetro del generador aire cero se encuentre en 25 psi a 30 psi.
b.	Para iniciar el proceso de verificación de aire cero seleccionar en el dilutor el primer punto de la secuencia (cero) y verificar que la concentración de CO en el analizador empiece a disminuir hasta tener una lectura estable del $\pm 3\%$ del error relativo del rango, en un periodo de tiempo mínimo de 10 minutos o un tiempo mayor en caso retorne de un mantenimiento correctivo.
c.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 3\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable, caso contrario se procederá a realizar el ajuste correspondiente.
d.	Se recomienda realizar el ajuste en casos de que se evidencie que exista un comportamiento anómalo en las concentraciones.
e.	Antes de realizar el ajuste continuar con la verificación en el span.
2.4.7	Verificación de concentración conocida/span
a.	Seleccionar en el dilutor el número de punto del span al 80% del rango y verificar que la concentración en el analizador empiece a subir hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos.
b.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable, caso contrario se procederá a realizar el ajuste correspondiente.

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias. La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.4.8	Ajuste de aire cero
a.	Para realizar el ajuste, seleccionar en el dilutor el número de punto en 0 % (cero) del rango de trabajo.
b.	Para el ajuste de cero, ingresar a la siguiente ruta Menu> Calibration factors>Bkg>CO Background, colocar el valor de coeficiente correspondiente y presionar la opción ↵ (enter), y posteriormente inyectar aire cero, hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de 10 minutos. La lectura final debe de estar dentro de $\pm 3.0\%$ error relativo del rango.  
c.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 3.0\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable.
2.4.9	Ajuste de concentración conocida / span
a.	Posteriormente continuar con el ajuste de span, seleccionando en el dilutor la secuencia correspondiente al span 80% del rango de trabajo precisado en el certificado de calibración. Ingresar a la siguiente ruta Menu> Calibration factors>Coef>CO Coeficient colocar el coeficiente correspondiente para tener una concentración de span al 80% del rango y presionar la opción ↵ (enter) para guardar el valor, hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	 
b.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable.
c.	Al culminar de realizar el ajuste en span al 80% del rango, inyectar aire cero durante aproximadamente 10 minutos y continuar con la verificación multipunto.
2.4.10	Verificación multipunto
a.	Solo se realizará la verificación multipunto, siempre y cuando se haya realizado ajustes en cero o span.
b.	Para realizar la verificación Multipunto, seleccionar en el dilutor la siguiente secuencia 80%, 60%, 40%, 20% y 0%, y posteriormente verificar que la concentración en el analizador empiece tener una lectura estable en un periodo mínimo de 10 minutos.
c.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, y la curva de calibración multipunto presente una pendiente entre 0.9 - 1.1, con un coeficiente de correlación ≥ 0.995 entonces la prueba será aceptable.
d.	Graficar la curva de verificación multipunto.
e.	En caso de que la pendiente y el coeficiente de correlación se encuentren fuera del criterio de aceptación, realizar nuevamente el ajuste.
2.4.11	Determinación del Tiempo de residencia del gas en el sistema
Para determinar el tiempo de residencia del gas en el sistema registrar los siguientes datos en el Anexo 2 “Determinación del tiempo de residencia para analizadores automático de gases” del formato PM0313-F09 “Verificación y ajuste de analizadores automático de gases”:	

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

a.	Sección 1 - sonda cuello de ganzo: Registrar desde la entrada de muestra del ambiente hasta la entrada de gas al manifold el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
b.	Sección 2 - Manifold: Registrar desde la entrada de gas al manifold hasta la salida final del gas del manifold el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
c.	Sección 3 - Gas: Registrar desde la salida final del gas del manifold hasta la entrada al analizador de gases el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
d.	Luego de registrar los datos de cada sección de toda la línea de muestreo, se calculará el tiempo de residencia por cada sección usando la siguiente formula: Cálculo del tiempo de residencia = $\frac{3.14(Di^2) \times Longitud \times 0.015}{Flujo}$ <i>Nota.</i> Formula recomendada por el EPA en el Anexo F del Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program (2017).
e.	Luego de calcular el tiempo de residencia de cada sección se suma las 3 secciones y se obtendrá el tiempo de residencia total.
f.	La prueba es aceptable solo si el tiempo de residencia de toda la línea de muestreo es menor o igual a veinte (20) segundos.
2.4.12	Consideraciones finales
a.	Al finalizar cada una de las verificaciones y ajustes se debe de registrar los datos en el Formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases.
b.	Luego de culminar el registro subir la documentación al registro PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” ingresando en la siguiente ruta: https://desarrollo.oefa.gob.pe/deam/stec/bitacora02/ ⁴ , como archivo adjunto.
c.	Los criterios y frecuencia de la verificación, ajuste y mantenimiento preventivo de campo del equipo se detallan en el Anexo 1 del presente instructivo.

⁴ Para ingresar al PM0313-F39 solicitar la creación de usuario y contraseña al Responsable Técnico de calidad de aire

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

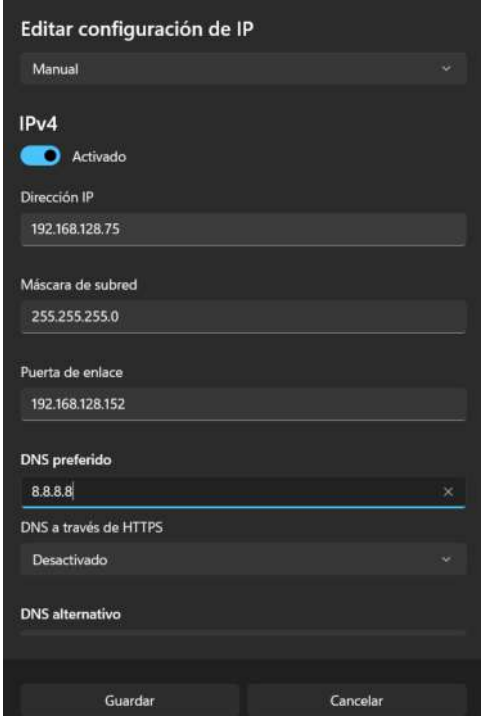
d.	En caso existiera alarmas recurrentes durante el proceso de verificación de parámetros operacionales éstas deberán ser informadas inmediatamente al jefe inmediato y comunicadas a la UF-OTEC para recibir el soporte correspondiente, a su vez deberá ser registrado en el formato PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” por el Operador de ensayo encargado.
e.	En caso de que el equipo estuviera fuera de los criterios de aceptación en el ajuste y/o verificación (Anexo 1), presente algún incidente y/o fallas, datos anómalos o atípicos, antes o durante del periodo de medición, informar al jefe inmediato para que envíe un correo al área de la UF-OTEC detallando lo sucedido y la solicitud de reemplazo de equipo, para que dicha área genere el requerimiento interno de equipos en el plazo más corto posible.
f.	Posterior a ello el personal del área de la UF-OTEC, procederá según el ítem 5.5 del Instructivo I-DEAM-PM0312-04 “Mantenimiento rutinario de Equipos”

2.5. Puesta en funcionamiento

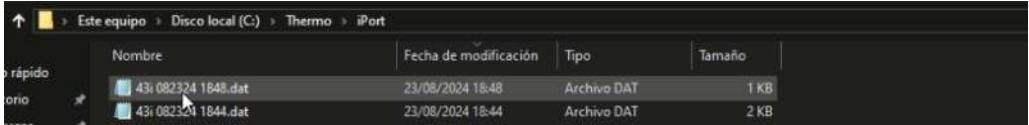
2.5.1	Puesta en funcionamiento
a.	Luego de culminar las verificaciones y/o ajustes correspondientes en el analizador automático de gases, continuar con la puesta en funcionamiento.
b.	Asegurar la conexión de la línea de muestreo de material de teflón a la entrada “ <i>sample</i> ” (muestra) y la conexión del “ <i>exhaust</i> ” a un ducto de la salida de la caseta.
c.	Asegurar la conexión de cable de energía.
d.	Asegurar las conexiones de red para la transmisión de los datos.
e.	En caso el manifold cuente con una bomba de succión asegurarse que se encuentre en funcionamiento.
f.	Verificar finalmente que la temperatura de la caseta se encuentre dentro del rango 20°C a 30 °C de temperatura.
g.	Cubrir los conectores del <i>manifold</i> que no se usen.
h.	Anotar la información de muestreo precisada en el formato PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” según el I-DEAM-PM0313-25 Instructivo de ensayos de campo de calidad de aire.
i.	Evaluar la consistencia de los datos registrados por el equipo, luego de la verificación y ajuste del analizador automático de gases.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.6. Descarga de datos

2.6.1	Descarga de datos mediante iPort
a.	Antes de realizar la descarga, realizar la siguiente configuración del IP en la laptop que se va a usar: 1. Conectar el cable Ethernet al equipo analizador de gases. 2. Ingresar a la ruta “Configuración>Red e internet>Ethernet” en la laptop. 3. Ingresar a la opción “editar” en “Asignación de IP”. 4. Seleccionar la opción “Manual”. 5. Activar la opción “IPv4” y llenar la información del IP del analizador automático de gases. Presionar Guardar, para grabar la información. 
b.	Para realizar la descarga de datos mediante el puerto Ethernet, conectar el analizador de gases a la laptop, y ejecutar el programa Thermo iPort.
c.	En el menú “Instrument” seleccionar “Poll Serial o TCP Connect”, y luego en el submenú seleccionar “Config o IP Addresses”.
d.	Debe aparecer una ventana, la cual se debe maximizar. Seleccionar “ <i>Instrument</i> ” del menú principal y luego “ <i>Load records</i> ”.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	
e.	Luego seleccionar el periodo o la cantidad de datos que necesitar descargar, y presionar “Ok”  
f.	La descarga se realizará automáticamente con el nombre (modelo_mm-dd-aa hh:mm.dat) y se guardara en la ruta donde se haya instalado el programa, ejemplo: 
g.	Se creará un archivo en formato “.dat”, lo cual se podrá abrir con block de notas.

2.7. Mantenimiento preventivo en campo

Entiéndase por mantenimientos preventivo de campo a actividades que no impliquen operaciones invasivas o desarmado de partes delicadas o importantes en los equipos, estas actividades pueden ser limpieza externa e interna, cambios de filtro, etc, con el objetivo de prevención y prolongación de vida útil del equipo y mejora en la confiabilidad operativa.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Las frecuencias recomendadas para estas tareas pueden variar dependiendo del nivel de concentración de los contaminantes atmosféricos en la ubicación donde opera el equipo.

2.7.1	Cambio de Filtro (Mensual o cuando amerite)
a.	Desconectar el porta filtro de la entrada del manifold y el analizador.
b.	Desenroscar el porta filtro y mediante guantes de nitrilo realizar el cambio del filtro (teflón).
c.	Volver a enroscar y asegurar el porta filtro, y lo reinstalar como estaba inicialmente.
2.7.2	Limpieza de filtro del cooler del analizador (Mensual o cuando amerite)
a.	Retirar el filtro (esponja) que se encuentra ubicado en la parte externa del soporte del cooler del analizador.
b.	Lavar la esponja con agua, exprimir y dejarlo secar.
c.	Cuando la esponja ya se encuentre seco, ensamblar y reinstalarlo nuevamente.
2.7.3	Limpieza del manifold (Mensual o cuando amerite)
a.	Deshabilitar o apagar la bomba de succión del manifold, si es que hubiera.
b.	Realizar la limpieza interna del manifold mediante una escobilla flexible de cerdas de nilón o similar con agua, y por la parte externa de igual manera.
c.	Una vez terminado la limpieza, secar inyectando aire a una presión baja en la parte interna y externa.
d.	Posteriormente colocar las conexiones a su posición original.
Al culminar todos los mantenimientos preventivos en campo, esperar un tiempo aproximado de diez (10) minutos para continuar con la medición.	

2.8. Desinstalación y desmontaje de equipos y accesorios

Apagar el equipo y desconectar todas las instalaciones realizadas y accesorios con cuidado. Desmontar todos los accesorios que dispone el equipo y guardarlos en sus respectivas maletas o cajas, para su transporte y almacenamiento.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Anexo 1

Criterios de aceptación y frecuencia requerida para la verificación, ajuste y mantenimiento preventivo en campo

Variable		Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
Estado de limpieza		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente o cuando amerite, luego de instalado el equipo.	Visual	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Prueba de Fugas		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo.	0 L/min <180 mmHg	N.A.	Manual del fabricante
Flujo		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo. 3. Si el flujo visualizado es mayor al $\pm 20\%$ del flujo inicial.	$\pm 4.1 \%$ (error relativo)		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Aire Cero	NO ₂	1. Al inicio de la operación de la estación	$\pm 3 \%$ (error relativo) del rango		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
	SO ₂	2. Semanalmente, luego de instalado el equipo			
	CO	1. Al inicio de la operación de la estación y después de cada periodo de muestreo. 2. Diario (si se usa continuamente)			
Span	NO ₂	1. Al inicio de la operación de la estación 2. Semanalmente, luego de instalado el equipo	$\pm 2.1 \%$ (error relativo) para un solo punto Span correspondiente al 60% del rango.	$\pm 2.1 \%$ (error relativo) para un punto Span correspondiente al 80% del rango.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Variable		Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
					(verificación) NTP ISO 7996:2019 (Ajuste)
	SO ₂		± 2.1 % (error relativo) para un solo punto span correspondiente al 60% del rango.	± 2.1 % (error relativo) para un punto span correspondiente al 80% del rango.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (verificación) NTP ISO 10498:2017(revisado 2022) (Ajuste)
	CO	1. Al inicio de la operación de la estación y después de cada periodo de muestreo. 2. Diario (si se usa continuamente)	± 2.1 % (error relativo) para un solo punto span correspondiente al 80% del rango.	± 2.1 % (error relativo) para un punto span correspondiente al 80% del rango.	NTP ISO 4224:2019 (Porcentaje de concentración generada ajuste y verificación) Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (Criterio de aceptación).
Verificación Multipunto	CO, NO ₂ , SO ₂	Luego de realizar el ajuste.	Pendiente: 0.9 - 1.1 coeficiente de correlación: ≥ 0.995	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Verificación del convertidor de NO ₂		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Anualmente, antes de la calibración. 3. Después de un mantenimiento correctivo.	Eficiencia > 95%	N.A.	NTP-ISO 7996:2019 Aire ambiental. Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno. Método de quimioluminiscencia
Tiempo de residencia		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo.	<20 segundos	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Variable	Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
		Verificación	Ajuste	
	2. Anualmente, antes de la calibración. 3. Después de un mantenimiento.			

* Los criterios de aceptación están basados en el criterio más exigente precisado en el Manual, Método o Norma de referencia citado en la presente tabla.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

Instructivo del Sistema Automático de medida para PM₁₀ y PM_{2,5} modelo EDM 180

I. OBJETIVO

Establecer las acciones para la instalación, verificación, uso y mantenimiento preventivo en campo del Sistema Automático de Medida (en adelante, **SAM**) marca GRIMM modelo EDM 180, para la determinación de material particulado PM₁₀ y PM_{2,5} en aire ambiente, mediante el principio de dispersión de luz.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Consideraciones preliminares

El/La operador/a de ensayo de calidad de aire debe considerar los siguientes criterios.

- Para la instalación y uso del SAM marca GRIMM modelo EDM 180, considerar los criterios y requisitos técnicos establecidos en el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire”¹, la Norma Española UNE-EN 16450² y/o de acuerdo con lo establecido en el Manual del fabricante³.
- En la recepción de los equipos el/la Operador/a de ensayo deberá de revisar e inspeccionar en las instalaciones de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (en adelante, **UF-OTEC**), antes de la salida a campo que todos los accesorios y herramientas se encuentren completos usando el formato PM0309-F01 “Lista de verificación para equipos” así como dar conformidad al formato PM0309-F11 Verificación operacional de equipos - componente aire (PALAS), ejecutado por la UF-OTEC.
- El mantenimiento preventivo y correctivo, así como las configuraciones necesarias, verificaciones y ajustes del analizador es ejecutado por la UF-OTEC de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- El Gestor de ensayo de calidad de aire, es el responsable de hacer cumplir el presente documento.

¹ Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM.

² UNE-EN 16450. Aire Ambiente. Sistemas automáticos de medida para la medición de la concentración de materia particulada (PM₁₀; PM_{2,5}). 2017

³ Manual Stationary Environmental Dust Measurement Device Environmental Dust Monitor Model EDM 180. (13-12-2017)

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

- e. El Operador de ensayo de calidad de aire, es el responsable del correcto cumplimiento de lo establecido en el presente instructivo y usar la documentación vigente.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

2.2. Descripción del equipo

El SAM marca GRIMM modelo EDM 180 contiene las siguientes partes, los cuales son precisadas en las siguientes imágenes.



Figura 3. Tubo de muestreo, Sensor de Temperatura Ambiental y Humedad Relativa



Figura 4. Cabezal de muestreo EDM 180



2.3. Instalación del equipo

- a. Antes de la instalación del SAM se debe considerar los criterios técnicos precisados en el instructivo I-DEAM-PM0313-35 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de aire”.
- b. Posteriormente, el Equipo GRIMM modelo EDM 180 debe de colocarse de manera horizontal en una bandeja de metal en el interior de una caseta cerrada. Esta caseta debe contar con un equipo de aire acondicionado y/o calefacción que permita mantener la temperatura al interior de la caseta

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

(portátil, fija o móvil) entre 20 °C y 30 °C, y una humedad según el fabricante <95%.

- c. Encender el aire acondicionado y/o calefacción, setear y configurar a una temperatura ambiental de 25°C ±5°C antes que el SAM, y esperar un tiempo aproximadamente de diez (10) minutos hasta que las condiciones ambientales internas del shelter se estabilice.
- d. Luego instalar el sistema del monitor de partículas en la posición más alta de un rack, dentro de un shelter. Al montar en el rack, el tubo muestreador debe de ingresar por el techo de shelter de manera perpendicular al equipo, y debe de introducirse en el soporte del tubo muestreador. El orificio, el conducto y el sellado deben ser diseñados previo a los trabajos de instalación.

2.3.1. Instalación de tubo de muestreo y soporte del tubo de muestreo

- a) Colocar el sensor de humedad relativa y temperatura ambiental, en la parte superior del tubo de muestreo, ajustar la base metálica del sensor utilizando una llave allen N°4, posteriormente, conectar al cable del sensor.

Figura 5. Sensor de Temperatura y humedad instalado en el tubo de muestreo



- b) Observando sobre el techo del shelter, el centro del conducto del techo para el tubo de muestreo debe coincidir con la abertura en la parte superior del soporte del tubo de muestreo.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

- c) Previo a introducir el tubo de muestreo por el ducto del techo, hacer pasar el cable de sensor de temperatura y humedad (ubicado en la parte inferior del tubo de muestreo) y luego deslizar el tubo de muestreo a través del conducto y dejarlo suspendido con ayuda de su acople de plástico blanco que fija una posición del tubo sosteniéndola con el conducto del techo.

Figura 6. Tubo de muestreo, acople de plástico y conducto de acero fijado al techo.



- d) En caso exista presencia de lluvia en la zona de la estación de monitoreo colocar el colector de lluvia sobre el tubo de muestreo y ajustarlo con sus pernos allen.

Figura 7. Colector para proteger el equipo contra filtración de agua por el techo.



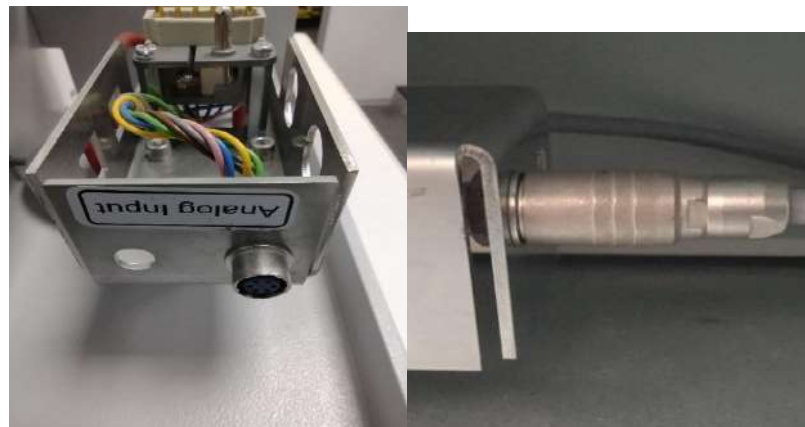
- e) Luego, hacer pasar el cable del sensor de temperatura y humedad por dentro de la abertura del soporte y conectarlo en el socket lateral de entrada analógica “*Analog input*” como muestra la Figura N° 9, teniendo cuidado que los pines ingresen en la posición correcta.

Nota. Al hacer la conexión no girar, solo realizar un poco de presión.

Figura 8. Ingreso de cable del sensor de temperatura y humedad por el orificio del soporte



Figura 9. Conexión de cable del sensor de clima en socket del soporte



2.3.2. Instalación de Monitor de Partículas

- a) Colocar el monitor dentro del shelter en el rack y subirlo hasta ubicarlo debajo del soporte del tubo de muestreo.
- b) Con la ayuda de los tornillos de acero inoxidable fijarlo en las barras de acero inoxidable que, a su vez, deben haber sido fijadas al rack en los pasos anteriores.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

- c) Alinear suavemente el tubo de muestra a la entrada de la cámara de análisis.

Figura 10. Monitor y Soporte instalado en Rack 19"



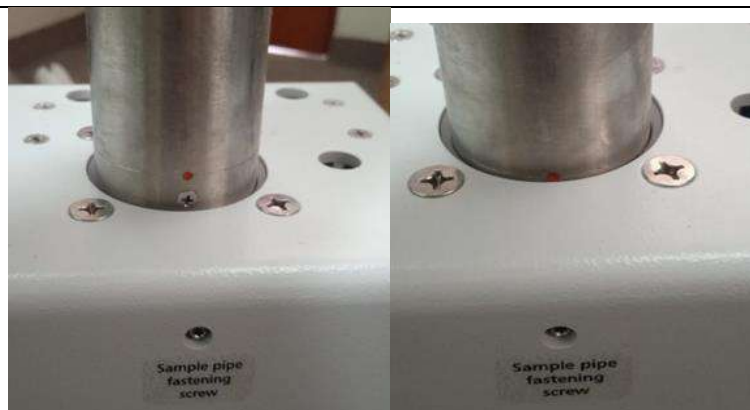
- d) Asegurar el acople en la parte superior del shelter de tal manera que se encuentre fija.

Figura 11. Acople en la parte superior del shelter



- e) Colocar el tubo de muestreo alineando el punto rojo del tubo de tal manera que apunte hacia el frente e introducir el tubo de tal manera que el punto rojo quede al ras del soporte.

Figura 12. Alineamiento de tubo de muestreo para ingreso a su soporte.



- f) Con ayuda de una llave allen N° 2, ajustar el tornillo Allen de fijación del tubo de muestreo (sample pipe fastening screw).

Figura 13. Muestra del “sample pipe fastening screw” o tornillo de fijación.

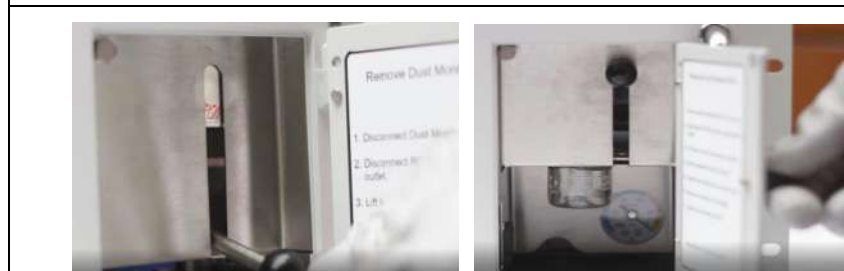


- g) Si se usa un tubo de muestreo mayor a 2 metros es posible que se requiera un trípode en el área externa del techo para dar suficiente estabilidad.
- h) Abrir la pequeña compuerta de la cara frontal del monitor, sujetar con la mano la **manija de cabeza negra** para jalarla hacia la persona suavemente, levantar la manija hacia arriba e introducirla nuevamente hasta sentir un tope.
- i) Luego observar en el reverso del equipo que los conectores del soporte del tubo de muestreo y del monitor se hayan unido. Si este

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

último procedimiento se realizó sin obstrucción durante el movimiento de la manija, encender el equipo, caso contrario, revisar todas las partes armadas previamente.

Figura 14. Ascenso de manija para conexión de tubo de muestreo con Monitor



2.3.3. Encendido del equipo.

- a) Luego del encendido verificar que la presión del manómetro se encuentre menor a -55kPa o que el equipo pase la prueba de autotest.

Figura 15. Manómetro de secado.



- b) Posteriormente, el equipo realiza un autotest de manera automática, por lo tanto, antes del autotest el equipo realiza la pregunta si el *filtro fue cambiado*, por lo que se debe de **responder mediante el botón (-) el cual indica que “El filtro no ha sido cambiado”**, posterior a ello esperar que el equipo realice el autotest, donde indicará la conformidad con el anunciado **“Self Test OK”**. Si se produce un error durante el autotest, se procederá según el ítem 2.11.5 de Consideraciones Finales.

Nota. El equipo solo realiza la pregunta, siempre y cuando se haya apagado durante el estado “Stand by”, mas no cuando esté operando.

- c) Se precisa que el filtro está instalado permanentemente en el dispositivo y, por lo general, solo lo cambia el personal autorizado durante la calibración y el mantenimiento de manera anual.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

Figura 16. Equipo encendido con secuencia de AutoTest satisfactoria



- d) Posterior a la prueba de autotest, se podrá visualizar las lecturas de PM₁₀ y PM_{2.5}. Normalmente, la medición comienza después del autotest. El valor medido en la pantalla se actualiza cada seis (6) segundos. **Después de un (1) minuto, los valores medidos se habrán estabilizado, ya que siempre se muestra la media aritmética móvil del último minuto.**

Figura 17. Visualización de lecturas PM₁₀ y PM_{2.5} en tiempo real



- e) Verificar las lecturas instantáneas del sensor de temperatura ambiental y humedad relativa pulsando el botón “Temp, R.H.” en el teclado frontal del equipo.
- f) Revisar e inspeccionar que el frasco de vidrio (trampa de condensado) no contenga presencia de condensados y/o partículas, en caso exista desenroscar suavemente el frasco de vidrio y eliminar el condensado, luego de culminar enroscar y volver a colocar el frasco de vidrio en su mismo lugar.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

- g) Verificar que la fecha y hora del equipo se encuentren en tiempo real presionando el botón Date/Time, si es necesario, realizar la actualización con el programa Spectrometer o mediante comandos con Hyperterminal.

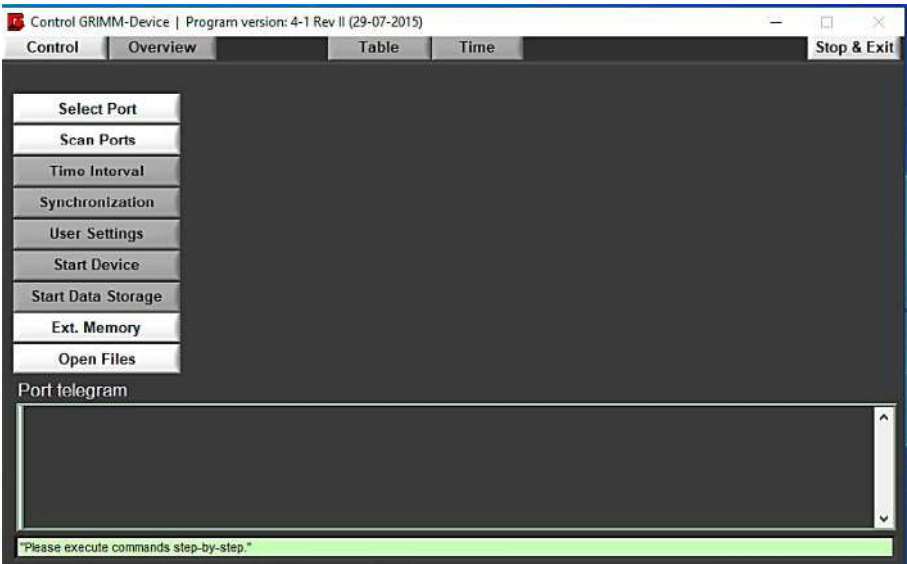
2.3.4. Configuración de intervalos de registros de medición

- a) La configuración del SAM es ejecutada por la UF-OTEC; en caso amerite, realizar la configuración del intervalo de registro de datos del muestreo ejecutando el software 1178 Control Grimm Device, normalmente nombrado “Spectrometer_V4-1” con la versión más actual.



- b) Al abrir el software en mención, aparecerá el menú principal.

Figura 18. Menú Principal del software Spectrometer_V4-1



- c) Conectar el monitor de partículas con la computadora o laptop (entrada frontal o entrada posterior), mediante el cable del fabricante.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

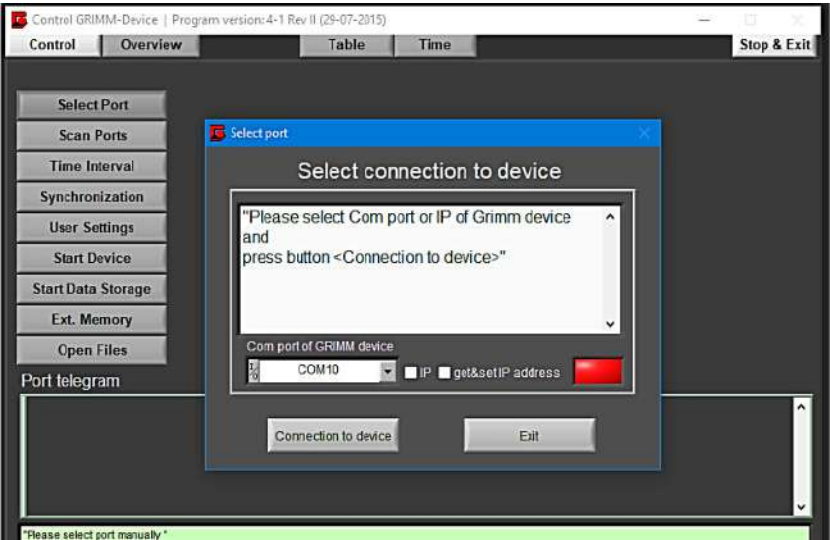


d) Para lograr una comunicación entre el software y el Monitor de Partículas hay dos (2) opciones que a continuación se detallarán.

1. PRIMERA OPCIÓN

- a) **Si se conoce el puerto COM al que está conectado.** Usando el Botón “Select Port” del Menú Principal. Aparecerá una ventana donde le pedirán que seleccione el puerto conocido previamente, en el caso del ejemplo se usa el puerto COM10. Una vez seleccionado presionar “Connection to Device”.

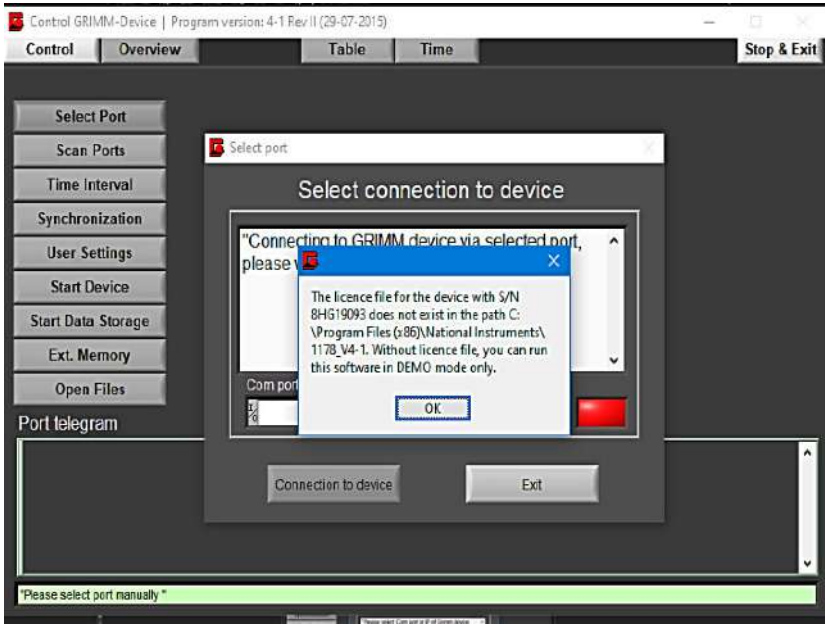
Figura 20. Selección del puerto en el Software



- b) A continuación, saldrá un mensaje para usar el software en el modo DEMO. Hacer “click” en OK.

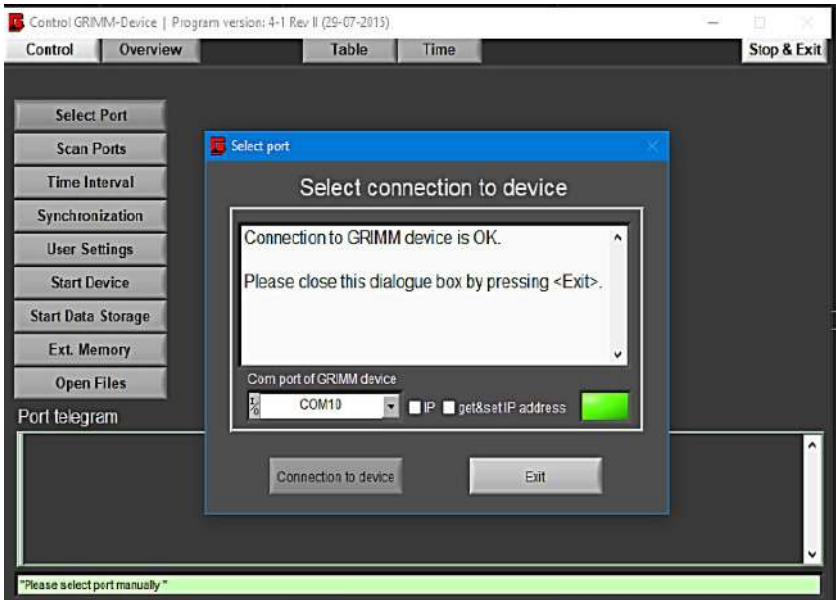
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

Figura 21. Confirmación de selección del puerto de conexión



- c) A continuación, aparecerá el estado (Verde) de la conexión. Si es OK presionar Exit.

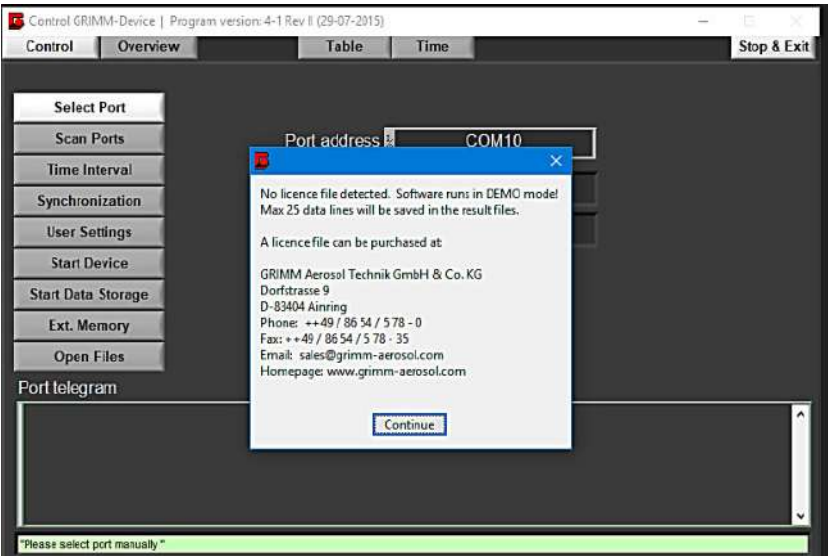
Figura 22. Selección de puerto Satisfactoria.



 Organismo de Evolución y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

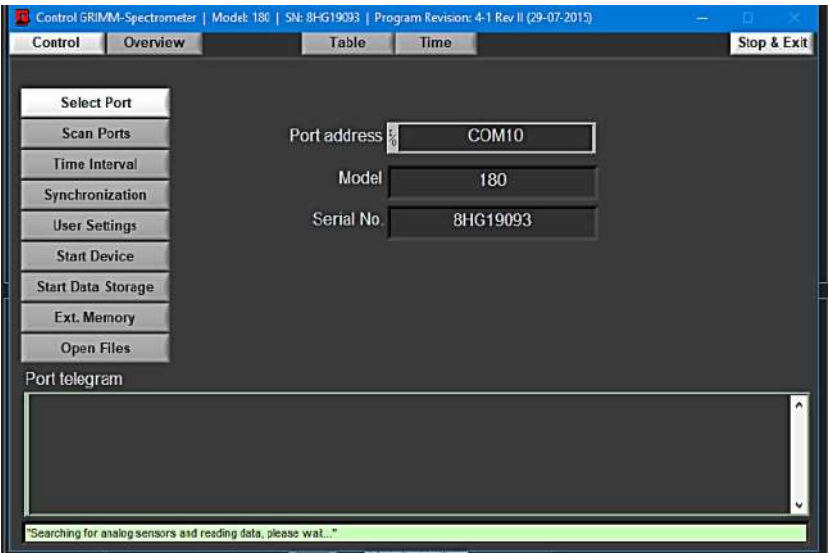
d) La siguiente ventana solo es informativa. Presionar Continuar.

Figura 23. Ventana informativa posterior a la selección del puerto.



e) A continuación, en la parte inferior aparecerá un mensaje con luz parpadeante que indica que el software está buscando sensores de conexión análoga conectados y está leyendo data. Esperar a que termine el escaneo.

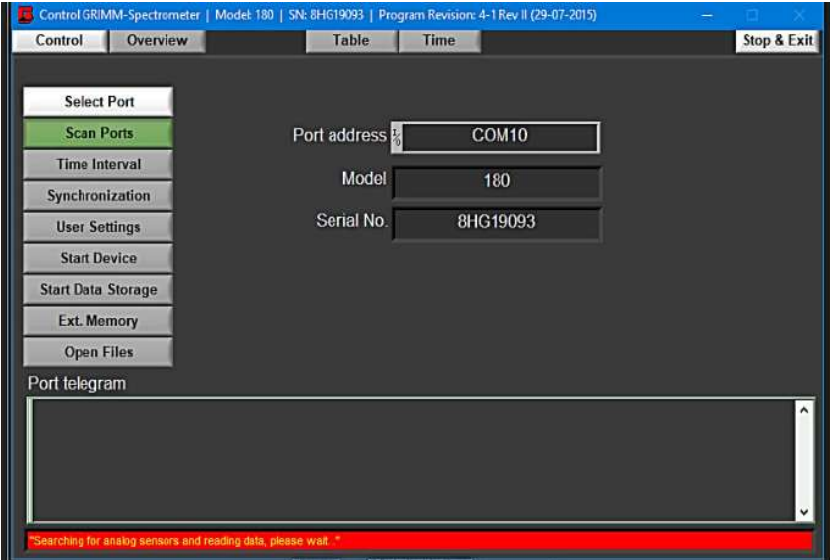
Figura 24. Conexión en proceso.



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

- f) Al terminar el proceso, un mensaje en la parte inferior indicará que la conexión se ha completado y usted puede continuar.

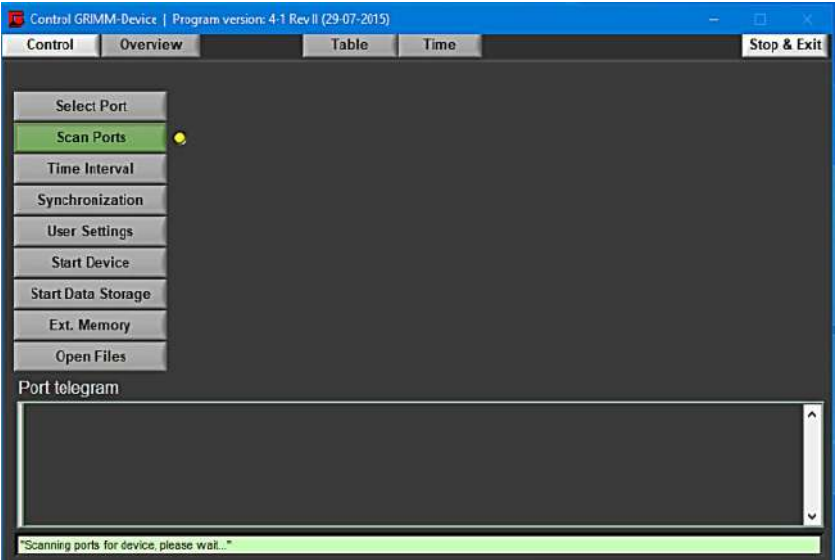
Figura 25. Conexión satisfactoria.



2. SEGUNDA OPCIÓN

- a) **Si no se conoce el puerto COM al que está conectado.** En esta opción hacer click al botón “Scan Ports” y enseguida el software buscará el puerto COM actualmente en uso.

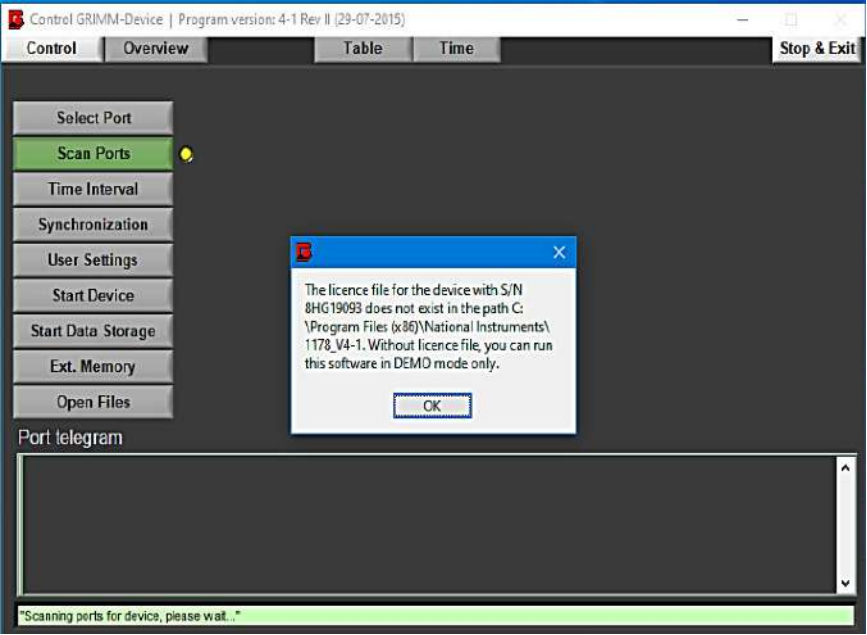
Figura 26. Opción Scan Ports



 Organismo de Evolución y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

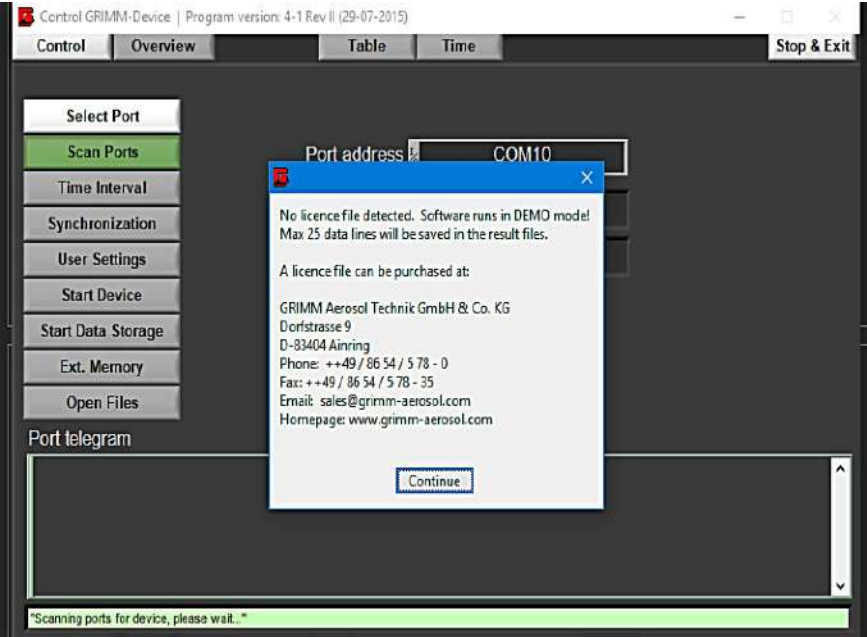
b) Al terminar el proceso mostrará la ventana para usar el modo DEMO. Dar click en OK.

Figura 27. Confirmación de la opción Scan Ports.



c) Y a continuación, se mostrará la ventana informativa del uso del modo DEMO. Dar click en continuar.

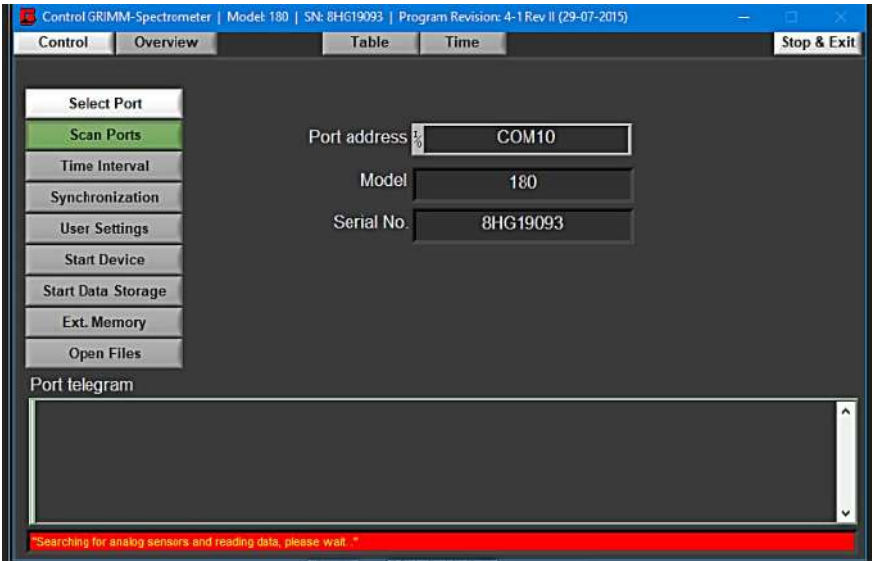
Figura 28. Ventana informativa de Scan Ports.



 Organismo de Evolución y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

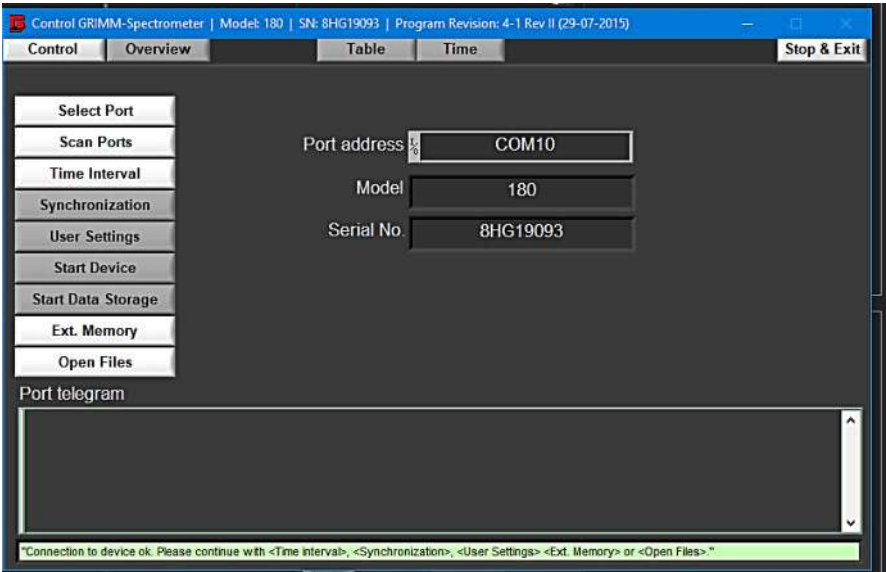
- d) A continuación, en la parte inferior aparecerá un mensaje con luz parpadeante que indica que el software está buscando sensores de conexión análoga conectados y está leyendo data. Esperar a que termine el escaneo.

Figura 29. Conexión en proceso.



- e) Al terminar el proceso, un mensaje en la parte inferior indicará que la conexión se ha completado y usted puede continuar.

Figura 30. Conexión satisfactoria.

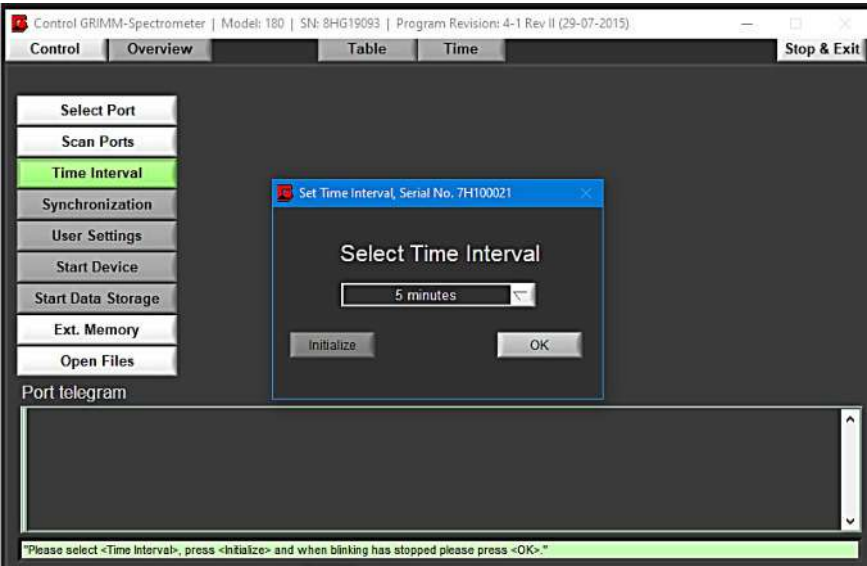


- f) Al completar la conexión, presionamos la opción de “Time Interval” para elegir o verificar el tiempo de almacenamiento de data en la

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

memoria del Monitor de Partículas. Si es necesario, actualizar el registro de intervalo de medición a cinco (5) minutos, presionar “initialize” y, posteriormente, guardar los cambios con “OK”.

Figura 31. Configuración del intervalo de medición



2.3.5. Configuración para transmisión por Telemetría

En caso se necesite transmitir los datos de las mediciones ambientales de manera remota (telemetría), deberá de ser realizado según las consideraciones del Instructivo I-DEAM-PM0313-34 “Implementación y transmisión de información mediante el Sistema de Telemetría en las estaciones de monitoreo ambiental”, por lo que para realizar la configuración del SAM se debe conectar al data logger mediante un cable RS232 y ambos equipos deben estar configurados a 9600 baudios, para que se puedan extraer los datos.

2.4. Verificación de parámetros operacionales mediante el Módulo 0

- 2.4.1. Durante la operación se deben de adquirir y revisar las señales de estado del SAM en el PM0313-F39 Módulo 0⁴, como mínimo, los siguientes parámetros y señalar los datos de medición, si es necesario.
- a. Tiempo de muestreo;

⁴ Link del Módulo 0. <https://desarrollo.oefa.gob.pe/deam/stec/vigilancia/MODULO0/> (Para ingresar solicitar el usuario al responsable Técnico de Calidad de Aire)
I-DEAM-PM0313-27
Versión. **00**
Fecha de aprobación: **30/11/2024**

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

- b. Concentración másica de la(s) fracción(es) PM pertinente (s);
- c. Temperatura ambiental;
- d. Presión ambiente;
- e. Temperatura del cabezal de muestreo si se usa un cabezal calentado (si es pertinente);
- f. Cualquier parámetro crítico que afecte la medición.

2.4.2. Además, se debe de verificar los estados de señales de LED (alarma o mensaje de aviso) que indica el equipo y registrar en el formato digital PM0313-F34 Bitácora de calidad ambiental de aire⁵.

2.5. Verificación de sensores del SAM

2.5.1. Para asegurar la exactitud de la medida de la concentración másica del material particulado PM₁₀ y PM_{2.5} se realiza la verificación de los sensores de temperatura, presión ambiental y humedad relativa, usando como patrón de referencia por comparación directa una estación meteorológica in situ. Cabe precisar que, esta verificación se debe realizar antes de la verificación del caudal.

2.5.2. Comparamos los valores de temperatura ambiental, presión ambiental y humedad relativa que se muestra en la estación meteorológica, con los valores que se visualizan en el equipo SAM, lo cual debe de estar dentro de los criterios de aceptación para Temperatura ($\pm 2^{\circ}\text{C}$), Presión ambiental ($\pm 10\text{hPa}$) y humedad relativa ($\pm 5\%$). En caso los valores no se encuentren dentro del criterio de aceptación seguir las consideraciones precisadas en el ítem 2.11.5. de Consideraciones Finales.

2.6. Verificación de Led de Estado

Esta verificación debe hacerse de manera rutinaria y consiste en observar y anotar los estados del equipo mostrados a través de sus leds de estado.

Hay dos (2) indicadores etiquetados como Status (Estado) y Drying (Secado) a la izquierda de la pantalla LCD. Estos LEDs pueden tener cuatro (4) estados.

- a) **Apagado.** En modo Stand-by
- b) **Encendido en rojo.** Falla

⁵ Link. <https://forms.gle/RQgHkX96pCCdysFEA> (Para ingresar solicitar el usuario al responsable Técnico de Calidad de Aire)
I-DEAM-PM0313-27
Versión. **00**
Fecha de aprobación: **30/11/2024**

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

- c) **Encendido en amarillo.** Autotest ejecutando
- d) **Encendido en verde.** Condición normal de trabajo.

En caso existan alarmas durante el proceso, seguir las consideraciones precisadas en el ítem 2.11.5. de Consideraciones Finales.

Figura 32. Muestra de Leds de Estado en el equipo



2.7. Verificación de los caudales del SAM

Esta actividad se realiza antes de la instalación o cuando el equipo está funcionando.

2.7.1. Desmontaje de Monitor de Partículas

- a) Si el equipo ya está funcionando, el primer paso es apagar el equipo, luego aflojar el tornillo Allen de fijación del tubo de muestreo "*sample pipe fastening screw*", cabe mencionar que ese tornillo solo debe aflojarse, no debe ser retirado del todo. Luego, abrir la pequeña compuerta de la cara frontal del monitor, sujetar con la mano, la manija de cabeza negra para jalarla hacia la persona suavemente, deslizarla hacia abajo e introducirla nuevamente hasta sentir un tope.
- b) Acto seguido, desconectar el cable del sensor de humedad relativa y temperatura ambiental ubicado en el reverso del soporte de tubo de muestreo y retirar los tornillos que fijan el monitor con el rack para poder descender el monitor de partículas retirándolo del rack y colocándolo en una mesa de trabajo o cualquier superficie limpia y segura que se encuentre disponible.

Notas importantes.

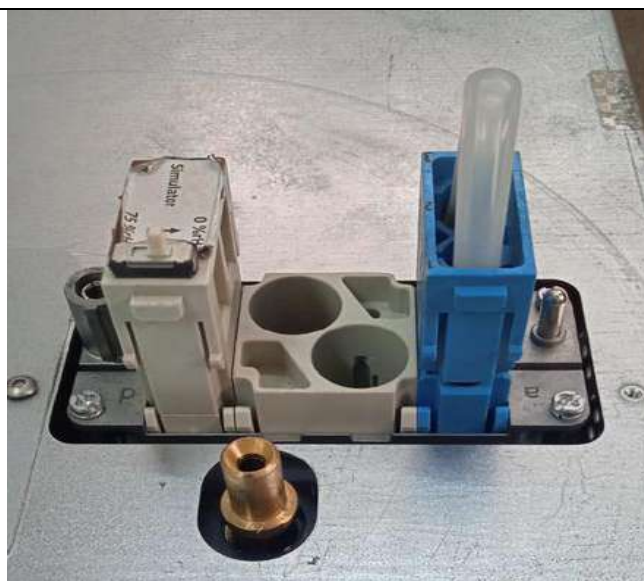
- Se recomienda retirar el monitor de partículas y no el soporte de tubo de muestreo.
 - Al aflojar los tornillos que unen el equipo monitor con el rack se recomienda sostener en la base para evitar que su peso lo haga caer.
- c) Una vez ubicado el monitor en la mesa, abrir la pequeña compuerta de la cara frontal del monitor, sujetar con la mano la manija de cabeza negra para jalarla hacia la persona suavemente, deslizarla hacia arriba e introducirla nuevamente hasta sentir un tope.

Figura 33. Ascenso de manija para sellado de sistema



- d) Colocar el simulador de sensor de humedad y colocar el adaptador bypass. Encender el equipo hasta que registre concentraciones.

Figura 34. Simulador de Sensor de Humedad y bypass azul



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

2.7.2. Conexión física entre Monitor de Partículas y PC

- a) Posteriormente conectar un extremo del cable RS232 al equipo, en el puerto DB9 hembra, ubicado en la parte frontal o posterior del equipo, el otro extremo del cable conectar al puerto USB de la computadora o laptop con ayuda de un adaptador USB–RS232.

Nota Importante.

- El Equipo completo viene con un cable serial de fábrica, se recomienda el uso de ese cable de comunicación RS-232.

Figura 35.

Arriba. Puertos físicos DB9 hembra/RS-232 disponibles en Monitor.

Abajo. Conexión de cable serial en Monitor y PC



Puerto Delantero



Puerto Posterior



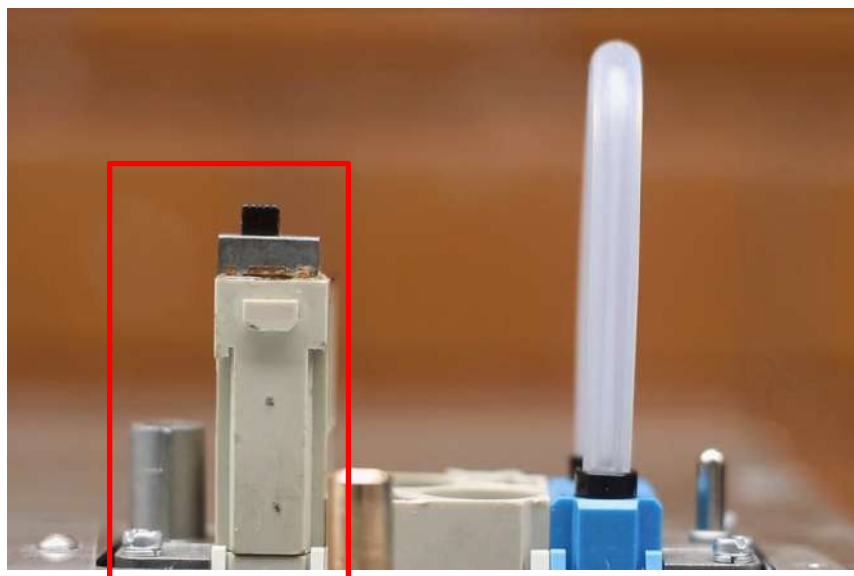


 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

2.7.3.Verificación de Bomba de secado

- Esta prueba se realiza para verificar el correcto funcionamiento del sistema de control de encendido y parada de la bomba deshumedecedora o secado del monitor de partículas. En teoría la bomba se debe encender cuando la humedad relativa es mayor a 55%.
- Colocar el simulador de humedad y el puente neumático azul en las posiciones mostradas. Revise que el indicador de humedad relativa se encuentre en 0% antes de colocarlo, con la perilla negra se coloca en 0 o 75% moviéndolo a la posición deseada.
- Una vez colocado en el monitor mueva la perilla en la posición 75%. A continuación, la bomba de secado se debe encender, usted percibirá el sonido de su motor en funcionamiento. Anote la lectura de Humedad Relativa en el display y el valor de la presión de vacío abriendo la compuerta de la cara frontal del monitor de partículas.
- En caso la bomba no encienda luego de haber colocado la perilla en la posición de 75% de Humedad, seguir las indicaciones del ítem 2.11.5 de Consideraciones Finales del presente instructivo.
- Coloque la perilla en posición 0% y espere, la bomba se debe apagar en unos segundos.

Figura 36. Simulador de Humedad Relativa (izquierda)

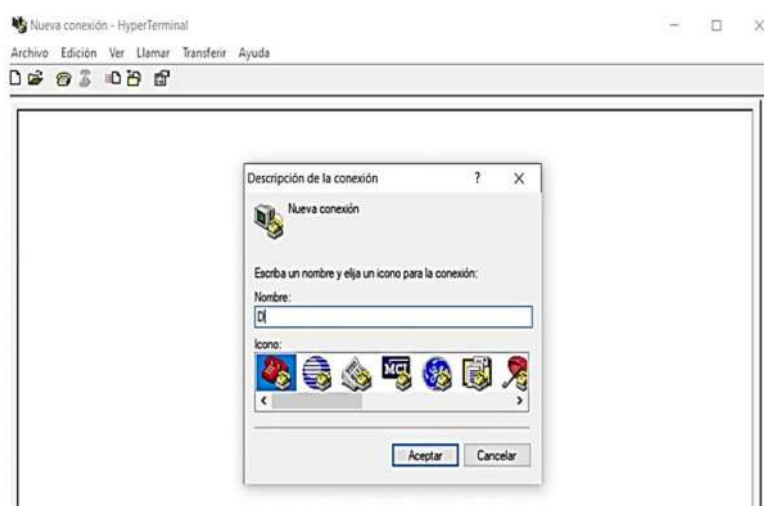


 Organismo de Evolución y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

2.7.4. Configuración del Software Hyperterminal de Windows

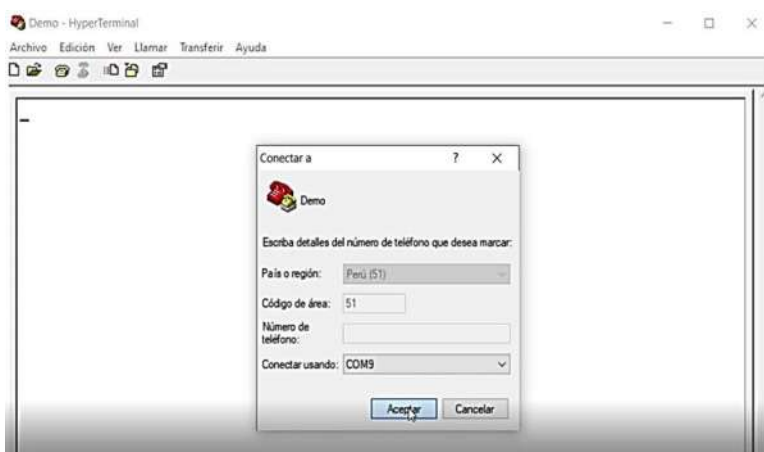
- a) Abrir el software hyperterminal y colocar un **nombre de usuario**, y luego dar “click” al botón aceptar. Puede ser cualquier nombre porque es solo temporal mientras dure el ensayo.

Figura 37. Insertar nombre de usuario en el software hyperterminal



- b) En el software Hyperterminal, elegimos el puerto COM que se encuentre activado, y luego dar “click” al botón aceptar.

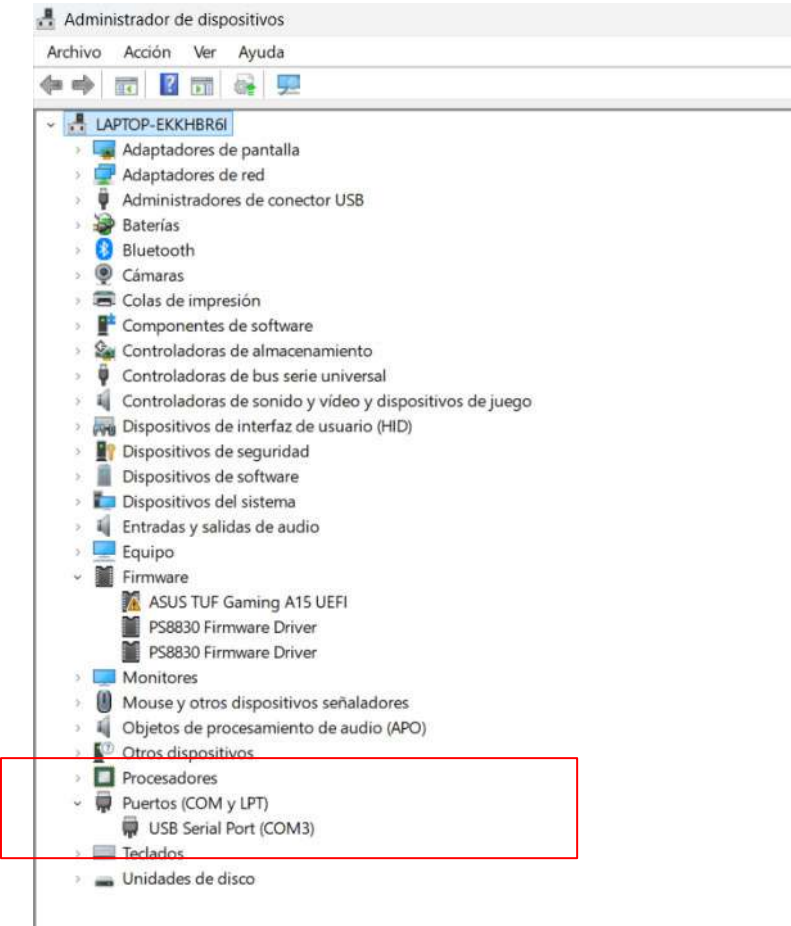
Figura 38. Elección del puerto COM en el software hyperterminal



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

- c) Para saber qué puerto COM se encuentra activado en la PC, en el caso de tener Windows, se acude a la opción **Administrador de Dispositivos** y para ello, en el cuadro de búsqueda de la barra de tareas ubicado en la parte inferior izquierda, escribe administrador de dispositivos y luego selecciona Administrador de dispositivos en el menú. Luego busca **Puertos (COM y LPT)**, desglosar las opciones y podrás ver el puerto COM que normalmente aparece con un nombre relacionado a USB-Serial y entre paréntesis el número del puerto creado.

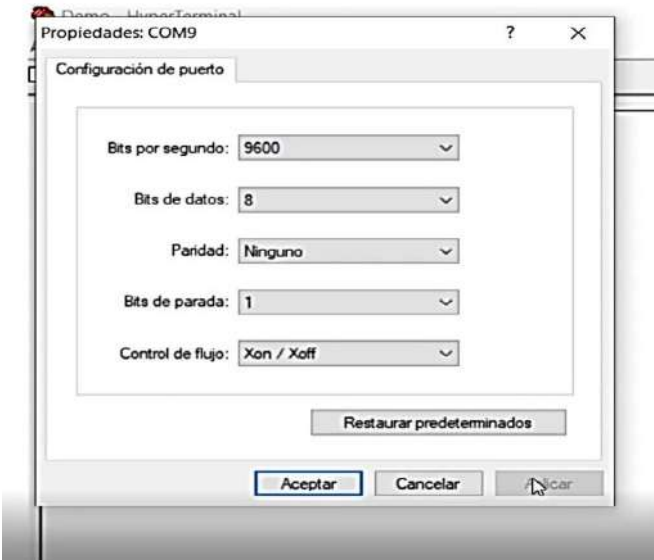
Figura 39. Configuración del puerto COM en Administrador de Dispositivos de la laptop



 Organismo de Evolución y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

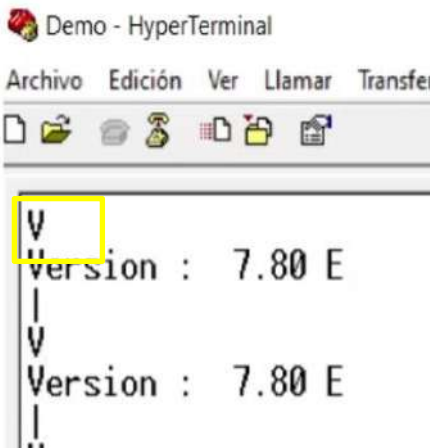
- d) Configuramos el puerto elegido, con las propiedades que, por defecto en el equipo Grimm son. 9600 Bits por segundo, 8 Bits de datos, Paridad. Ninguno, Bits de parada 1, Control de flujo. Xon / Xoff, aplicamos y aceptamos.

Figura 40. Configuración del puerto COM en el software Hyperterminal



- e) En la pantalla principal del Hyperterminal, se digita el comando “s” (el equipo se pondrá en modo Stand-By). Digitar el comando “v” para ver la versión del firmware del equipo y nos mostrará la versión corta.

Figura 41. Ventana “Versión reducida” en el software Hyperterminal



 Organismo de Evolución y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

- f) Para verificar el flujo, el equipo debe estar en modo servicio, colocar barra vertical (|), posteriormente, la tecla Tab y luego Enter y finalmente digitamos “V”. Al digitar el comando “v” ahora nos mostrará la versión extendida del firmware para corroborar que estamos en modo servicio.

Nota. Para escribir la barra vertical “|” presionar Alt + 124

Figura 42. Ventana “Versión extendida” en el software Hyperterminal

```
|
V
Version : 7.80 E      DM180G 29.8.2013      87C552:011  DM180GS 29.08.2013
-
```

- g) Luego conectar, con ayuda de una manguera, el verificador de flujo en la entrada de la toma de muestra (entrada de bronce) tal como se ve en la figura.

Figura 43. Conexión de Patrón de Flujo con Equipo Monitor



- h) Presionar las teclas “Ctrl + F” y nos saldrá la siguiente pantalla.

Figura 44. Ventana del software Hyperterminal

```
Demo - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
V
Version : 7.80 E
V
Version : 7.80 E
V
Version : 7.80 E      DM180G 29.8.2013      87C552:011  DM180GS 29.08.2013
^
Flow: 98.8 Im: 43.3 %_
```

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

- i) Comparar que el valor de flujo del patrón (promedio “AVG” de las 10 mediciones) conectado al SAM se encuentre dentro del criterio de aceptación de $\pm 4.1\%$ (Error relativo) del valor nominal 1.2 l/min.

Figura 45. Verificación de Flujo con el calibrador de flujo marca Mesalab modelo Defender.



- j) Si el valor de flujo del patrón conectado al SAM no se encuentra dentro del criterio de aceptación de $\pm 4.1\%$ (error relativo), entonces se procede a realizar el ajuste. Para incrementar y reducir los niveles de flujo, presionar las teclas (+) / (-) de la laptop en el software Hyperterminal, respectivamente.
- k) Luego de realizar la verificación si ya se cuenta con valores de flujo en el rango aceptable presionar la tecla “Enter” para guardar los cambios efectuados.

Nota importante.

- Si el equipo es trasladado a lugares con diferentes altitudes geográficas se debe realizar primero la verificación de flujo, debido a que, a mayor altitud geográfica, menor presión barométrica y por ende el flujo tenderá a ser mayor y debe ser ajustado con ayuda de un patrón de calibración de flujo trazable.

2.8. Verificación de Fugas en el SAM

- a) Desmontar el equipo como se detalla en la sección “2.7.2. Desmontaje de Monitor de Partículas” y colocarlo en la mesa trabajo conectando los adaptadores que indica en el apartado “2.7.3. Conexión de Simulador y By-pass”.
- b) Una vez encendido el equipo, conectar una manguera en la entrada de bronce y proceder a obstruir el paso de aire en la manguera, durante un

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

tiempo menor a treinta (30) segundos hasta que aparezca el siguiente mensaje **“Air Pump Problem Current Too High”**.

- c) El mensaje puede ser como el que se muestra, pero puede variar dependiendo de las versiones del firmware del monitor.

Figura 46. Mensaje de alerta en la pantalla durante las pruebas de fugas



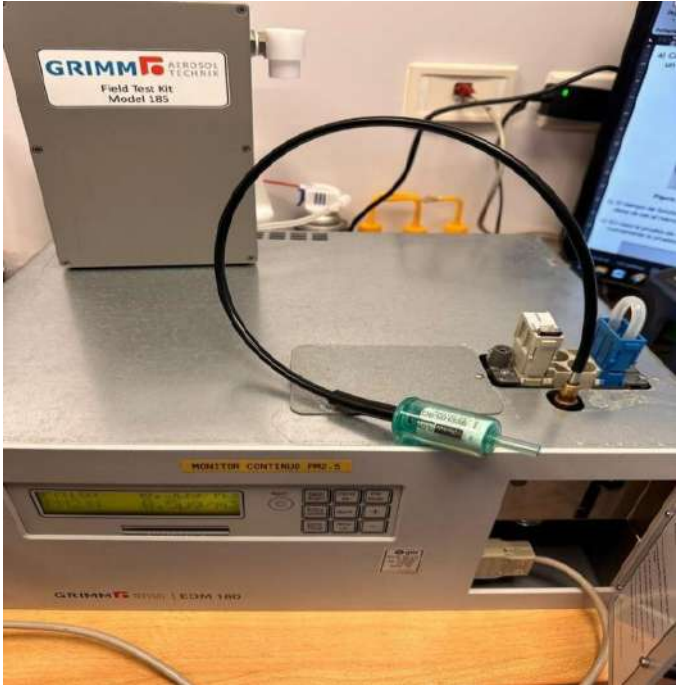
- d) Una vez que aparezca el mensaje **“Air Pump Problem Current Too High”**, quitar lentamente la obstrucción y restablecer el flujo normal de aire, luego presionar el botón **“Stand-by”** y apagar el equipo.
- e) Volver a encenderlo para observar que el equipo no presente ninguna alarma.
- f) En caso el SAM no pase la prueba o no muestre el mensaje **“Air Pump Problem Current Too High”**, realizar nuevamente la prueba. Si persiste, proceder con el ítem 2.11.5. de Consideraciones Finales.

2.9. Verificación con filtro de cero material particulado

- a) Colocar en la entrada de la toma de muestra del equipo, una manguera con un filtro BQ limpio de cero material particulado con la dirección de flujo correcta.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

Figura 47. Conexión de filtro BQ y entrada de monitor



- b) El tiempo de funcionamiento para la verificación de cero material particulado debe de ser al menos de veinticuatro (24) horas con un criterio de aceptación del $\pm 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- c) En caso la prueba de verificación no sea aceptable el equipo deberá de pasar nuevamente la prueba.

Figura 48. Valores del material particulado PM₁₀ y PM_{2.5}



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

2.10.Verificación del sistema de medición másica del SAM con el Field Test Kit

2.10.1. Diagnóstico con el software Grimm Systems Diagnostics.

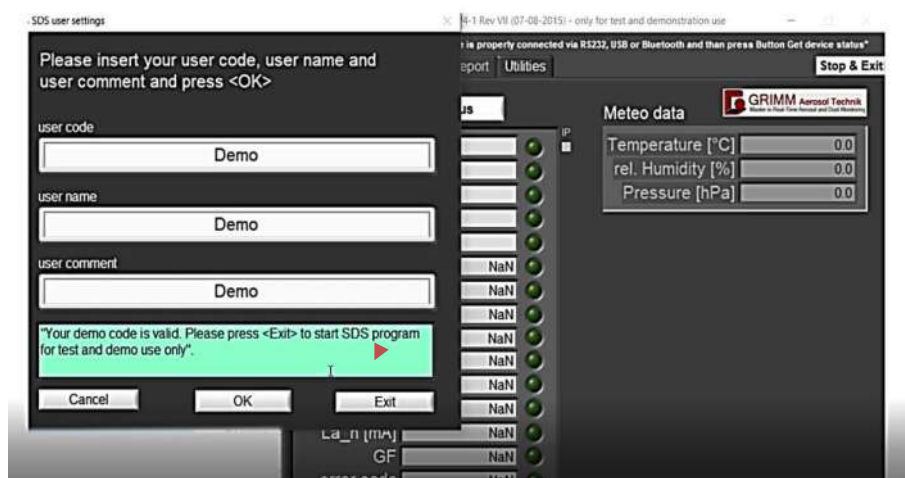
- Conectar el monitor de partículas con el cable serial RS-232 al puerto USB de la computadora o laptop.

Figura 49. Conexión del Monitor de partículas



- Abrir el programa System Diagnostics Software y colocar la siguiente información user code. “Demo”, user name. “Demo”, y presionar Ok hasta que salga el mensaje con fondo verde tal como se observa en la imagen de abajo y finalmente dar click en Exit.

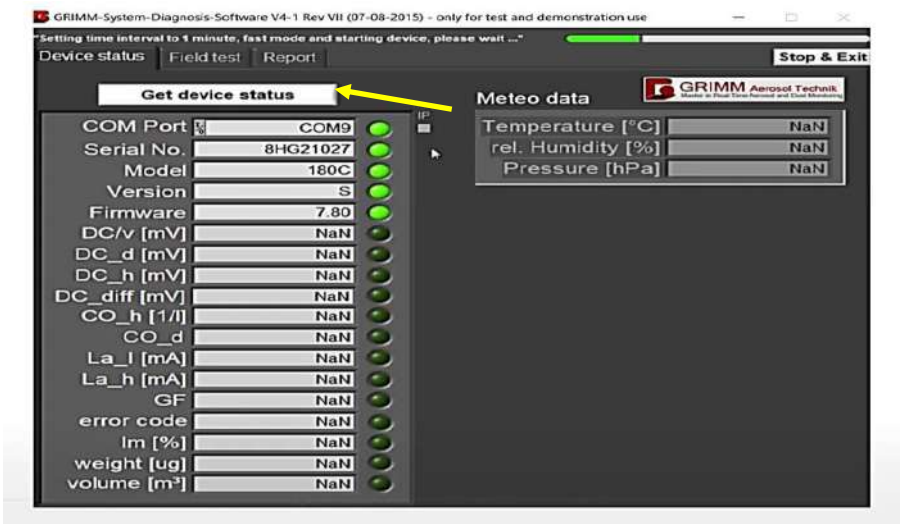
Figura 50. Programa System Diagnostics Software



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

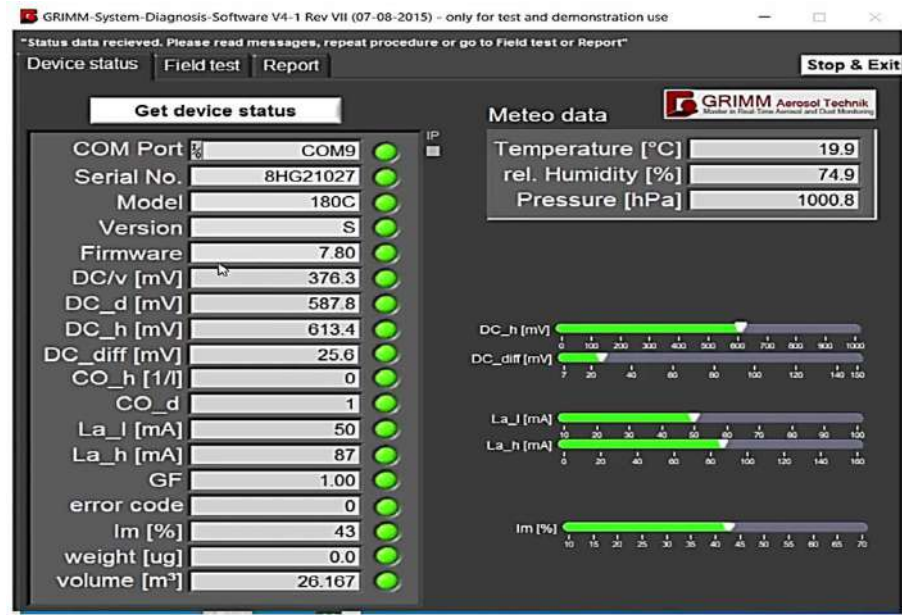
- c) Luego dar click en el botón **“Get device status”** y esperar a que termine el proceso de evaluación general sobre el estado del equipo aproximadamente de tres (3) a cinco (5) minutos.

Figura 51. Proceso de Diagnóstico del estado operacional del SAM



- d) Luego de terminar el escaneo, todas las luces deben estar en verde si no hay problemas, pero si hubiera alguna falla se indicará con una luz roja y el mensaje correspondiente. Al lado derecho se observan las barras con los rangos de algunos parámetros importantes.

Figura 52. Verificación satisfactoria del estado operacional del SAM



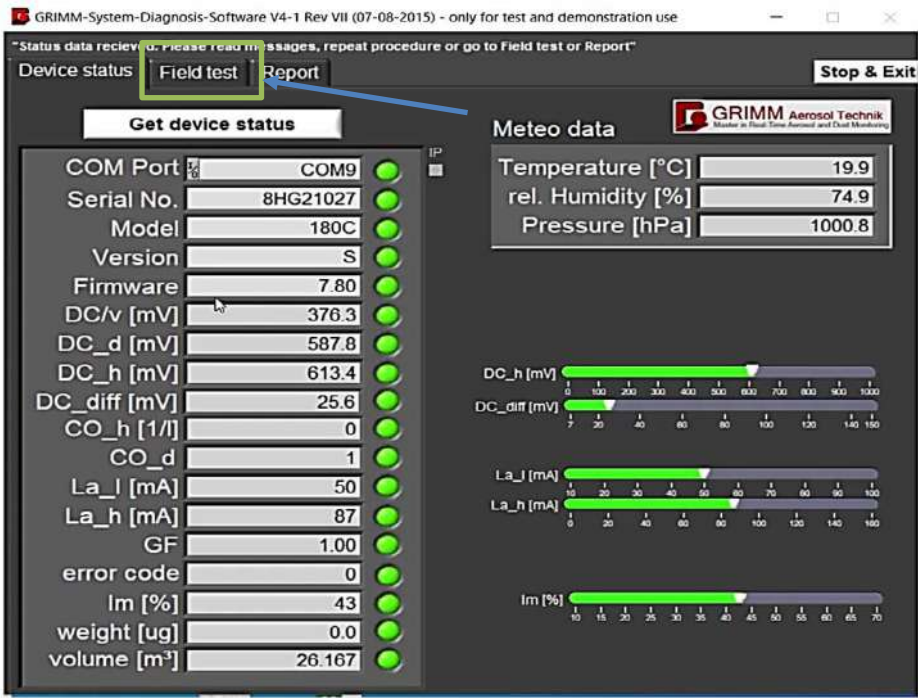
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

Nota. Si aparece una luz amarilla parpadeante, (aviso preventivo), el SAM puede seguir operando.



- e) En caso exista alguna alarma “rojo”, repetir el proceso, y si persiste, proceder según el ítem 2.11.5. de Consideraciones Finales.
- 2.10.2.** Luego del diagnóstico, continuamos con la verificación del tamaño de partículas del SAM, por lo que ingresamos en la pestaña “Field test” en el programa.

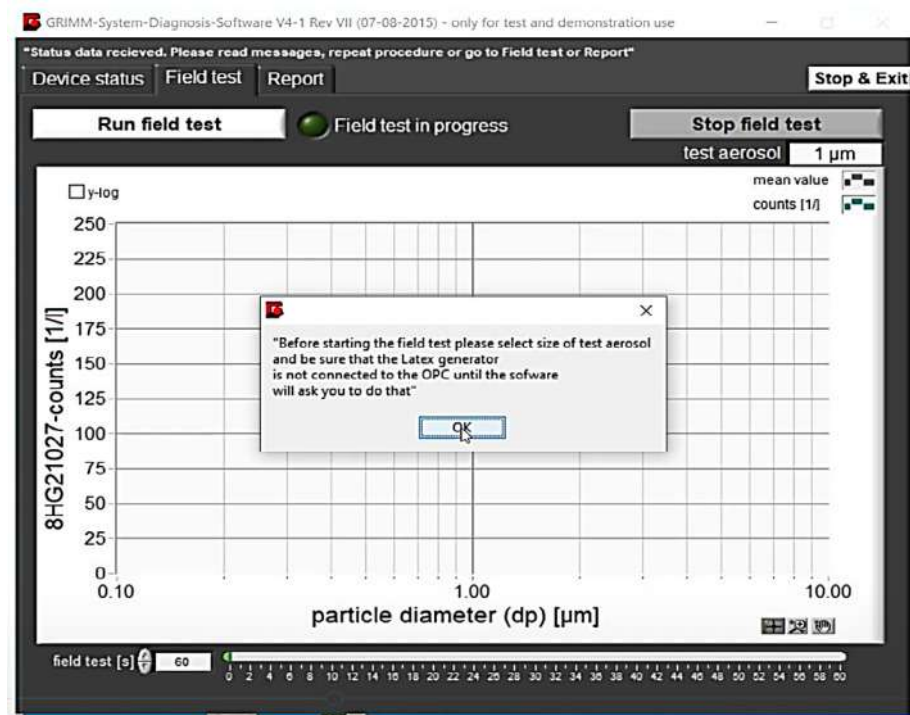
Figura 53. Selección del “Field Test”



- 2.10.3.** De inmediato aparecerá un mensaje que le indicará que seleccione el “test aerosol” para la prueba, lo cual se seleccionará el test aerosol de 1µm. Asegurarse de que el Generador de látex no esté conectado al equipo hasta que el software le indique que lo haga.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

Figura 54. Inicio de proceso “Field Test”.



2.10.4. Para el Test se necesitará lo siguiente.

- Field Test Kit (FTK) Model 185 Marca GRIMM.*
- Certificado de calibración del la solución de latex Monodispersa (Span Dust).
- Agua Destilada.* se recomienda dosificar con pizeta o jeringa.
- Concentrado de Látex (polystyrene-latex).* 1 µm.
- Dos botellas de vidrio para mezclar una solución (1 µm) de 10 ml aproximadamente.*
- Laptop, cable serial RS 232, convertidor USB-RS 232 y software de Diagnóstico SDS GRIMM.

2.10.5. El FTK 185 incluye un frasco de tapa verde con 5 ml de látex mono dispersivo (diámetro 1.0 µm) y un frasco de tapa roja con 5 ml de látex mono dispersivo (diámetro 2.5 µm). Cada frasco se identifica con una etiqueta que indica el tamaño del látex monodisperso y el final de la vida útil.

2.10.6. El látex debe almacenarse en un lugar fresco. Además, el kit cuenta con un Generador de Látex o Atomizador con sus accesorios como fuente de alimentación de 24 VDC, mangueras y depósitos de plástico que inyectan la suspensión al atomizador.

Figura 55. Field Test Kit modelo 185 o FTK 185 con accesorios



Figura 56. A) Frasco para preparación de suspensiones de látex. B). Concentrados de látex monodisperso de 1 μm C) Depósitos para inyección continua en atomizador.



2.10.7. Preparación de Solución Látex de 1 μm

Se mezclan 10 ml de agua destilada con un mínimo de dos (2) gotas de solución de látex de 1 μm en la botella de mezcla.

A continuación, se detallará los pasos para la corrida con la suspensión de 10 ml del látex de 1 μm .

Antes de llenar el atomizador con el preparado, agite la suspensión.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

2.10.8. Procedimiento para la medición

- a) Llene la suspensión de 1 µm en el depósito del atomizador. Asegúrese de llenar el depósito a través del anillo exterior, luego enrósquelo en su tapa.

Figura 57. Vertimiento desde frasco de preparación a depósito que se conectará al Atomizador.



- b) Coloque el depósito en el soporte del atomizador FTK 185 y conecte los acoplamientos de la manguera inferior, gire la abrazadera hasta escuchar un ligero click.

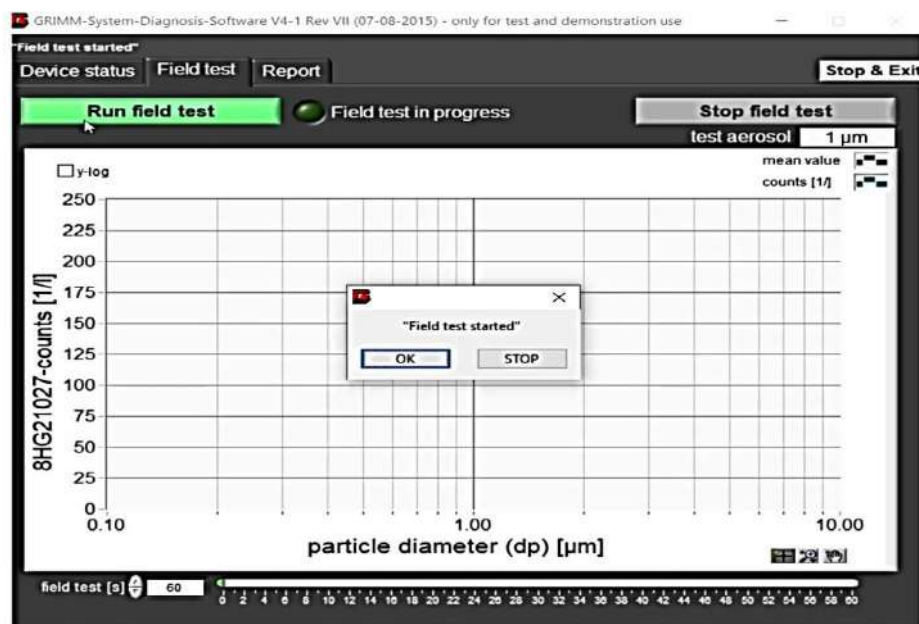
Figura 58. Acoplamiento de depósito en FTK 185



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

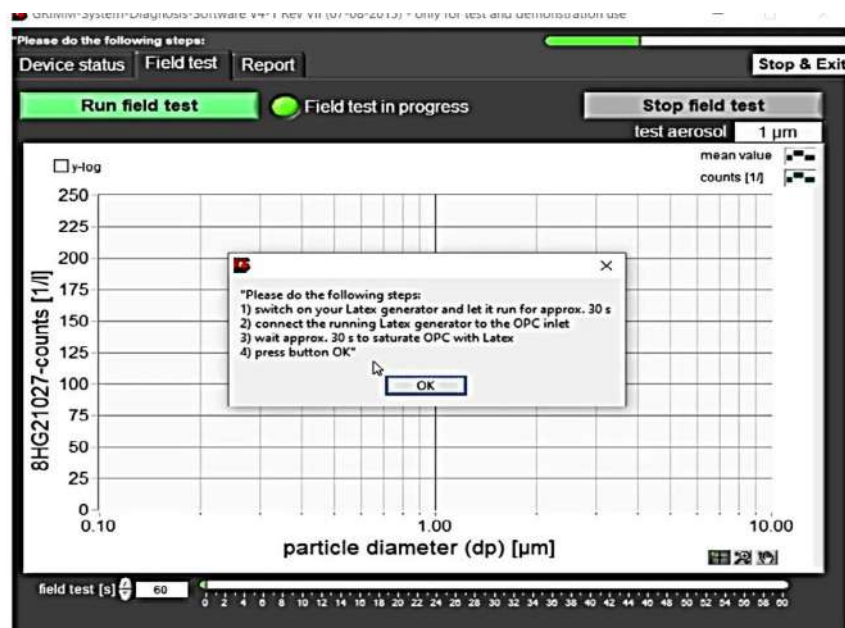
2.10.9. Ahora, de regreso en el software dar click en el botón Run field Test y luego dar “Ok” en la ventana que aparece.

Figura 61. Inicio del “Fiel Test”



2.10.10. Esperar hasta que nos indique los pasos a seguir tal como se muestra en la imagen.

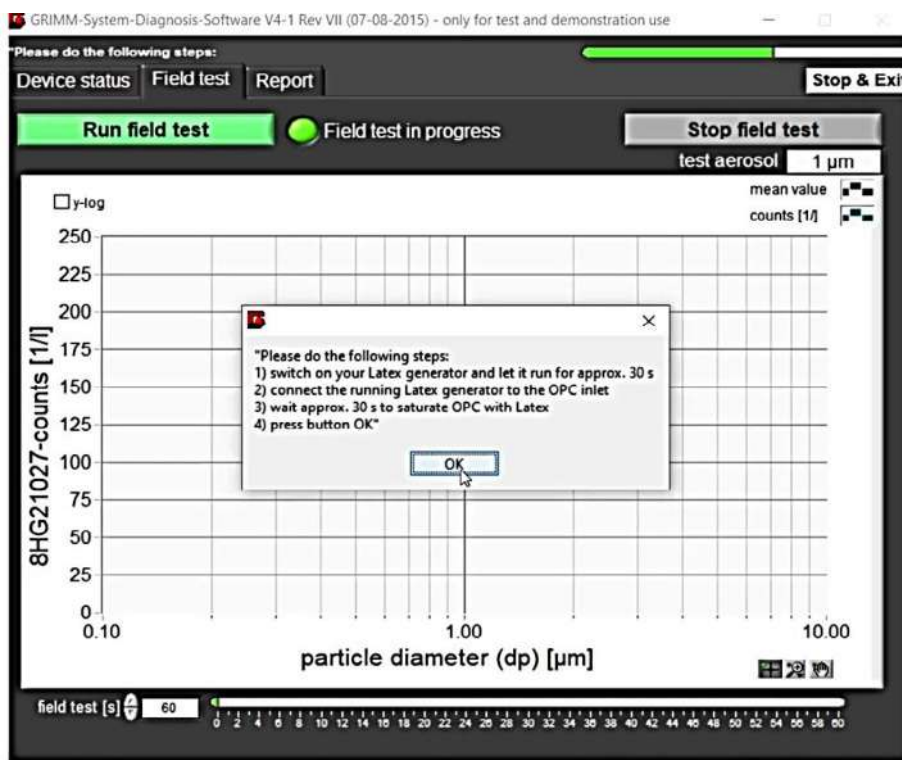
Figura 62. Proceso para la verificación con el “Field Test”



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

2.10.11. De acuerdo con lo indicado en el anterior paso, con la manguera desconectada del equipo encender por treinta (30) segundos el atomizador, luego de eso, con la manguera conectada al equipo esperar otros treinta (30) segundos más y finalmente dar click en el botón ‘OK’ de las instrucciones en el software.

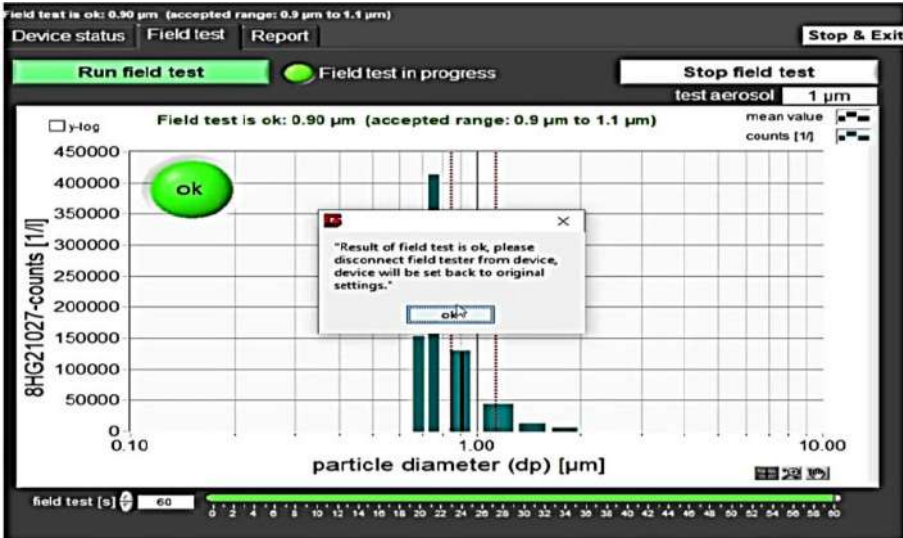
Figura 63. Continuación del proceso para la verificación con el “Field Test”



2.10.12. Esperar hasta que el software nos dé un resultado positivo (OK) en un tiempo aproximado de sesenta (60) segundos o se encuentre dentro del rango de aceptación para 1 µm de ±0.15 µm, repetir el proceso asegurándose que las conexiones estén bien puestas y si en caso la prueba persiste, seguir las consideraciones del ítem 2.11.5. de Consideraciones Finales.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

Figura 64. Prueba satisfactoria de la verificación con el “Field Test”



2.10.13. Crear el reporte para verificación 1µm seleccionando en la pestaña Report. A continuación, a la derecha seleccionar el formato del documento que se generará automáticamente, puede ser ASCII, Word o HTML. Una vez seleccionado el formato deseado dar click en el botón “Create Report” y luego “Save Report File”.

Nota importante.

- Si se desea guardar en archivos de formato Word, asegúrese que la computadora tenga instalado el Microsoft Office.

Figura 65. Creación del reporte de verificación con el Field Test



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

2.11.Consideraciones finales

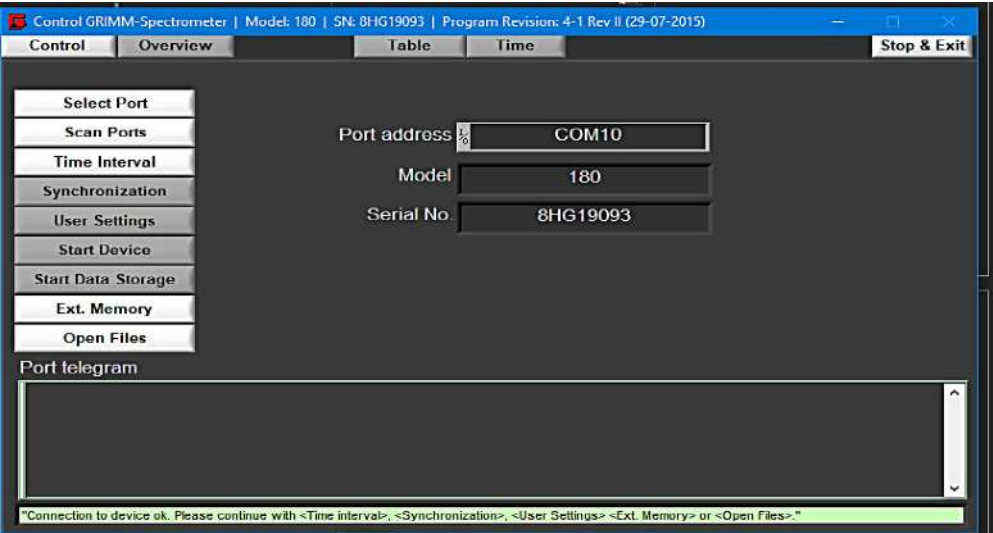
- Al finalizar cada una de las verificaciones y ajustes se debe de registrar los datos en el Formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases.
- Luego de culminar el registro subir la documentación al registro PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” ingresando en la siguiente ruta: <https://desarrollo.oefa.gob.pe/deam/stec/bitacora02/> , como archivo adjunto.
- Los criterios y frecuencia de la verificación, ajuste y mantenimiento preventivo de campo del equipo se detallan en el Anexo 1 del presente instructivo.
- En caso existiera alarmas recurrentes durante el proceso de verificación de parámetros operacionales éstas deberán ser informadas inmediatamente al jefe inmediato y comunicadas a la UF-OTEC para recibir el soporte correspondiente, a su vez deberá ser registrado en el formato PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” por el Operador de ensayo encargado.
- En caso de que el equipo estuviera fuera de los criterios de aceptación en el ajuste y/o verificación (Anexo 1), presente algún incidente y/o fallas, datos anómalos o atípicos, antes o durante del periodo de medición, informar al jefe inmediato para que envíe un correo al área de la UF-OTEC detallando lo sucedido y la solicitud de reemplazo de equipo, para que dicha área genere el requerimiento interno de equipos en el plazo más corto posible.
- Posterior a ello el personal del área de la UF-OTEC, procederá según el ítem 5.5 del Instructivo I-DEAM-PM0312-04 “Mantenimiento rutinario de Equipos”

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

2.12.Descarga de data

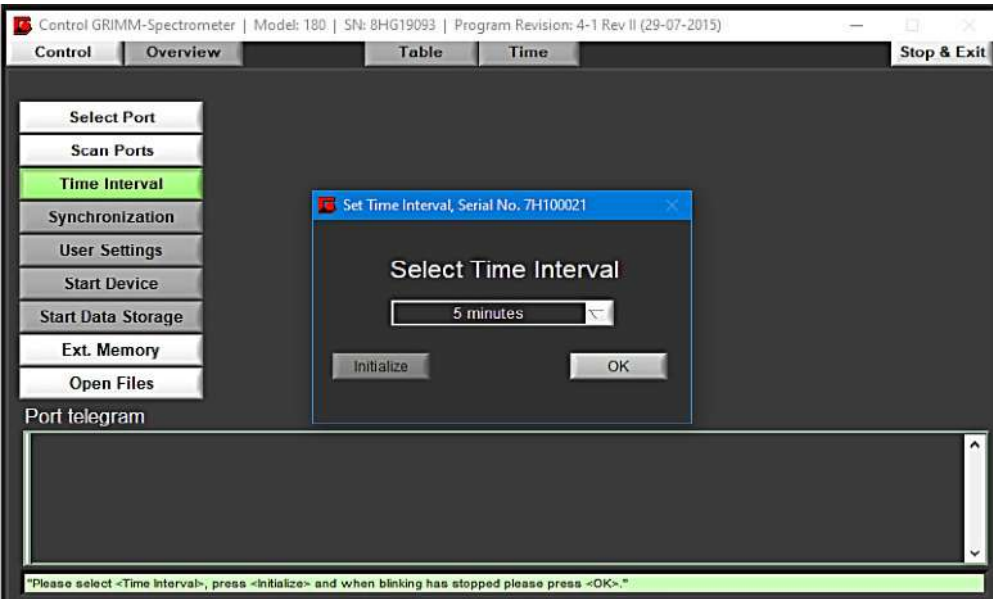
- a) Para realizar una descarga manual de la data de la memoria del equipo se debe de iniciar con los siguientes pasos precisados en el ítem 2.3.4 Configuración de intervalos de registros de medición.

Figura 66. Selección del puerto COM.



- b) Luego para elegir o verificar el tiempo de almacenamiento de data en la memoria del Monitor de Partículas hacer click en el botón “Time Interval”. Si desea puede modificar el tiempo a su necesidad y presionar OK.

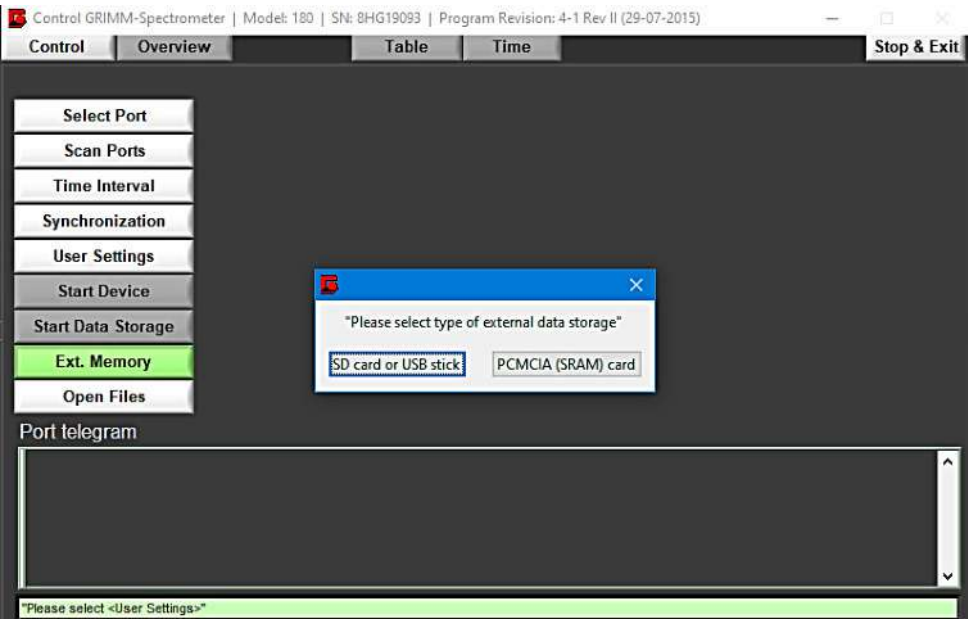
Figura 67. Revisión del intervalo de medición



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

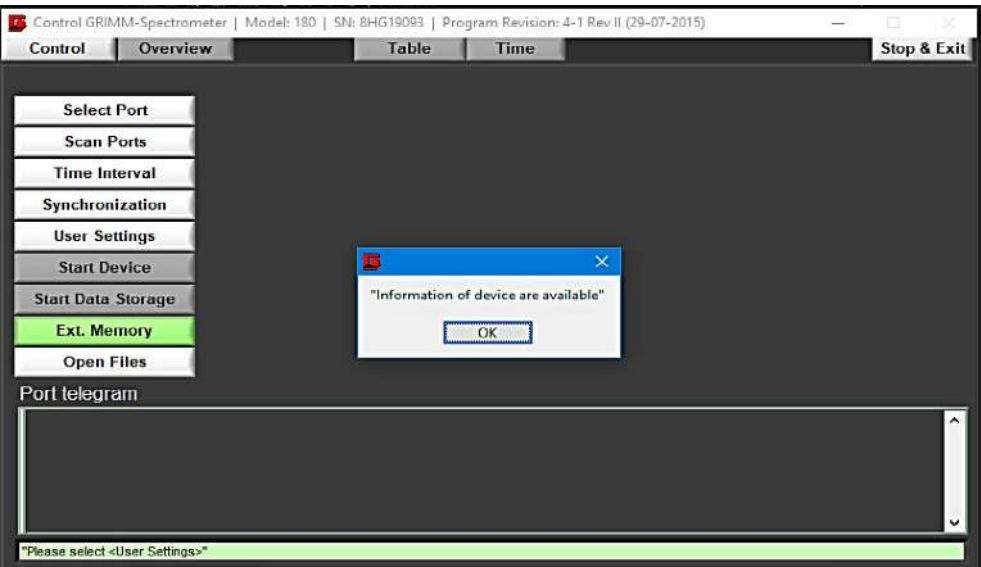
- c) Luego elegir la opción “Ext. Memory” del Menú Principal. Y en la ventana emergente elegir “PCMCIA (SRAM) card” para acceder a la memoria del equipo. En la opción “SD card or USB stick” se accede a una memoria externa.

Figura 68. Selección el tipo de almacenamiento de la data.



- d) A continuación, se mostrará un mensaje indicando si hay data disponible, hacer click en OK.

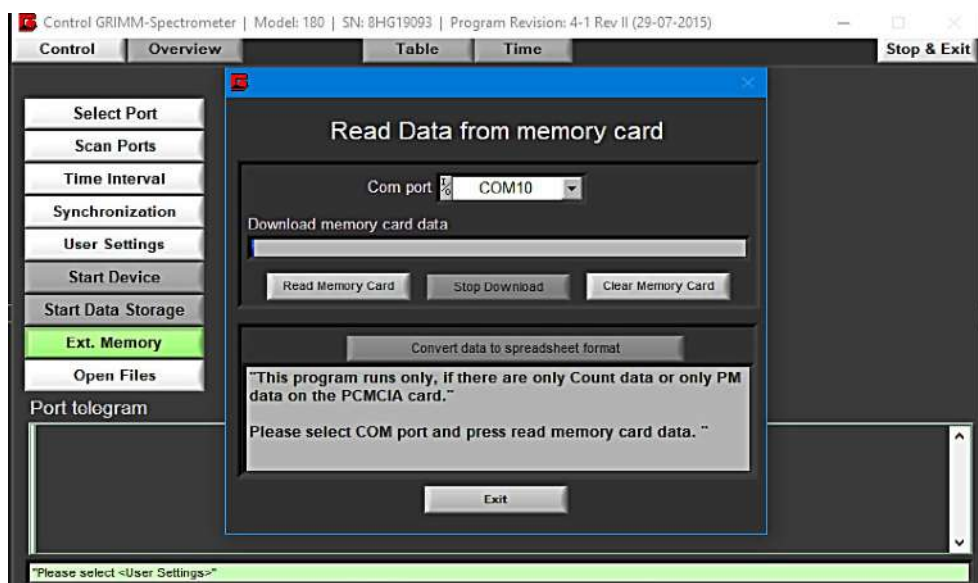
Figura 69. Información de la data disponible.



 Organismo de Evolución y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

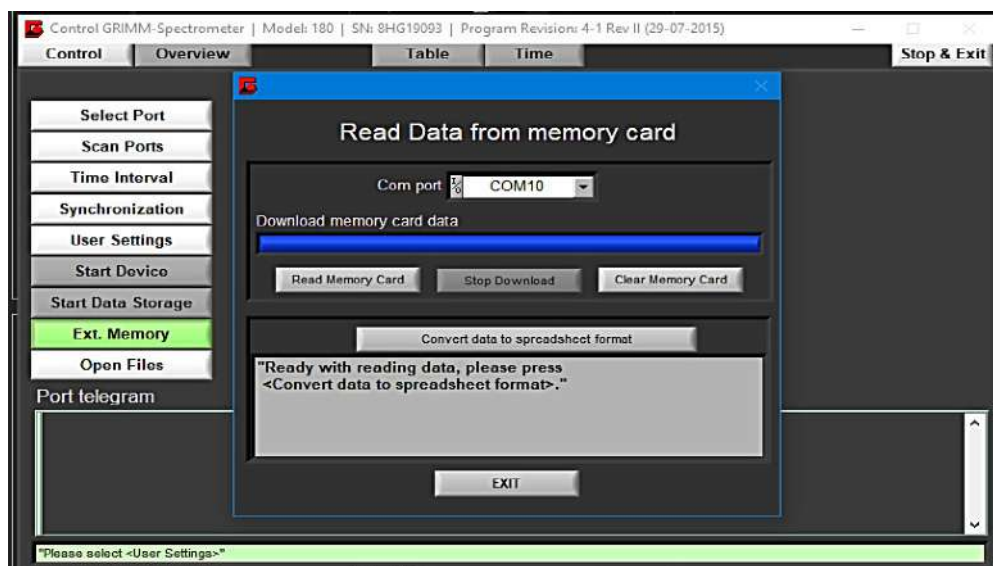
- e) En la siguiente ventana emergente dar click en “Read Memory Card” y esperar que el software termine de leer la data disponible, este proceso puede demorar varios minutos.

Figura 70. Lectura de data disponible.



- f) Se observará el avance de la lectura de data en la barra de continuidad debajo de “Download memory card data” y **este proceso terminará cuando la barra este completamente de color azul**. Al terminar mostrará en la ventana un mensaje para convertir la data a formato spreadsheet y presionar el botón “Convert data to spreadsheet format”.

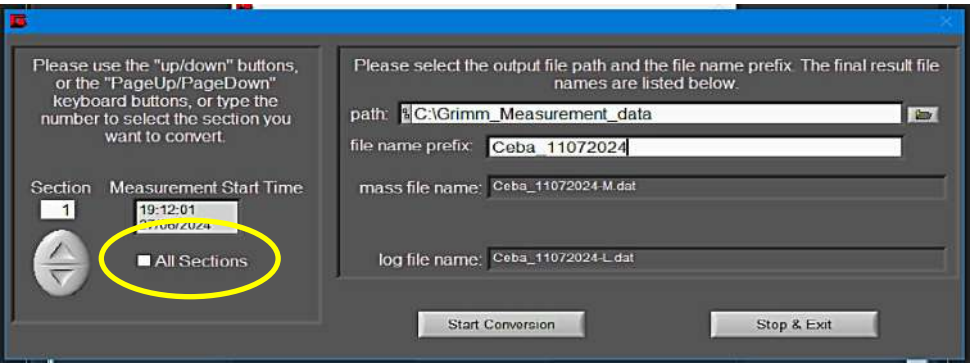
Figura 71. Lectura de data disponible con éxito.



 Organismo de Evolución y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

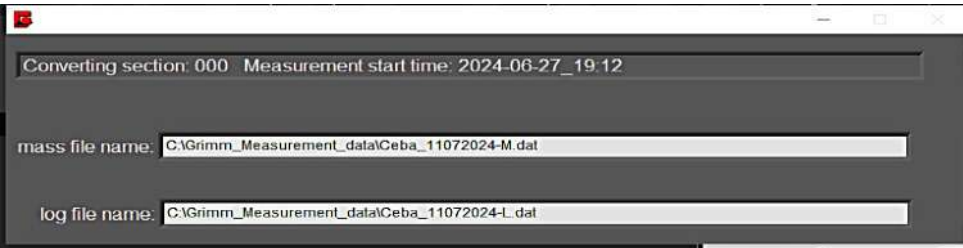
- g) Emergerá una ventana donde se colocará la ruta donde desea guardar el archivo a crear (path) y el nombre que desea para el documento (file name prefix). Luego activar la opción “**All Sections**”, para descargar toda la data del SAM. Una vez llenado esos campos dar click en “Start Conversion”.

Figura 72. Selección del periodo de información



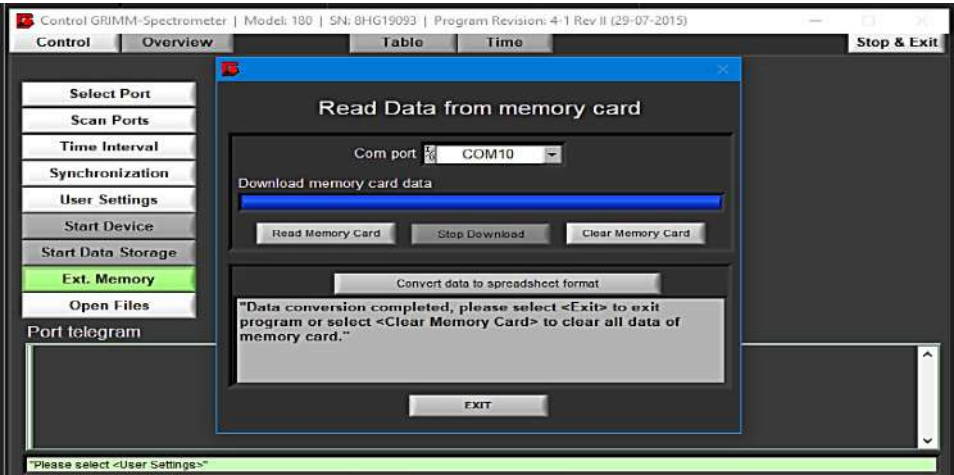
- h) A continuación, se mostrará una ventana que indica el avance del proceso, se cerrará cuando este termine.

Figura 73. Selección de la ruta de almacenamiento.



- i) Al terminar se mostrará el mensaje de conversión de data completado y presione Exit.

Figura 74. Finalización de data descargada.



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

- j) Para verificar la data almacenada en su PC ir a la ruta seleccionada previamente y buscar los archivos creados.

Figura 75. Visualización del archivo descargado.

CEBA_16052024-L	16/05/2024 16:07	Archivo DAT	263 KB
CEBA_16052024-M	16/05/2024 16:07	Archivo DAT	102 KB
8HG19093-5-06-2024-12-25-SDS	5/06/2024 12:31	Documento de te...	5 KB
ceba_05062024-L	5/06/2024 13:16	Archivo DAT	289 KB
ceba_05062024-M	5/06/2024 13:16	Archivo DAT	115 KB
8HG19093-4-07-2024-14-36-SDS	4/07/2024 14:41	Documento de te...	6 KB
Ceba_04072024-L	4/07/2024 15:42	Archivo DAT	316 KB
Ceba_04072024-M	4/07/2024 15:42	Archivo DAT	124 KB
Ceba_11072024-L	11/07/2024 11:21	Archivo DAT	147 KB
Ceba_11072024-M	11/07/2024 11:21	Archivo DAT	58 KB

- k) Puede abrir el archivo con block de notas o Excel si desea.

Figura 76. Visualización data descargada.

Ceba_11072024-M: Bloc de notes							
Archivo Edición Formato Ver Ayuda							
<Header>							
User name:							
Location:							
Model: 180							
Serial No.: 8HG19093							
Firmware revision: 7.80E							
Software revision: 4-1 Rev II (29-07-2015)							
Unit: [ug/m3]							
C-factor: 1.00							
Comment:							
<Data>							
[d&t31/12/2035 11:50:55]	PM10 [ug/m3]	PM2.5 [ug/m3]	PML [ug/m3]	Inhalable [ug/m3]	Thoracic [ug/m3]	Alveolic [ug/m3]	
27/06/2024 19:12:01	14.3	10.0	0.0				
27/06/2024 19:17:01	14.0	10.1	0.0				
27/06/2024 19:22:01	14.1	10.3	0.0				
27/06/2024 19:27:01	13.9	9.9	0.0				
27/06/2024 19:32:01	13.8	9.7	0.0				
27/06/2024 19:37:01	14.1	10.3	0.0				
27/06/2024 19:42:01	13.8	9.9	0.0				
27/06/2024 19:47:01	16.4	11.2	0.0				
27/06/2024 19:52:01	16.8	11.5	0.0				

- l) Para salir de la aplicación presione “Stop & Exit”.

2.13.Mantenimiento Preventivo en campo

- 2.13.1. Entiéndase por mantenimiento preventivo de campo a actividades que no impliquen operaciones invasivas o desarmado de partes delicadas o importantes en los equipos, estas actividades pueden ser limpieza externa e interna, etc, con el objetivo de prevención y prolongación de vida útil del equipo y mejora en la confiabilidad operativa.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

2.13.2. Las frecuencias recomendadas para estas tareas pueden variar dependiendo del nivel de concentración de los contaminantes atmosféricos en la ubicación donde opera el equipo.

Actividad	Frecuencia
Limpieza del cabezal omnidireccional de entrada de muestra.	Mensual o cuando amerite
Limpieza de sensor de temperatura ambiental y humedad relativa	Mensual o cuando amerite
Limpieza básica de entrada a la cámara óptica y frasco de trampa para condensado.	Mensual o cuando amerite
Limpieza del tubo de muestreo.	Mensual o cuando amerite
Cambio de Filtro BQ (<i>Ver nota línea abajo</i>)	Anual o cuando amerite

2.13.3. Limpieza de cabezal omnidireccional de entrada de muestra.

Ubicado en la parte alta del tubo de muestreo, es el punto de captación de muestra de aire y tiende a ensuciarse por el aire que ingresa.

Nota importante.

- Antes de la limpieza apagar el equipo.

Los pasos para seguir.

- a) Desmonte, retirando el perno allen y extrayendo con cuidado el cabezal con la mano. Si hay mucha resistencia al extraer el cabezal, agregue al final un poco de silicona líquida al pequeño O-Ring de color negro.

Figura 77. cabezal de entrada de muestra



- b) Una vez retirado, remueva el polvo o sedimento con ayuda de un cepillo y agregue alcohol isopropílico por fuera y por dentro a través de su abertura, luego continúe cepillando (cerdas de nilón o similar) hasta remover todo el sedimento posible.
- c) Luego de la limpieza secar con aire comprimido en botella, por fuera y por dentro rigurosamente, antes de montarlo.
- d) Reinstalar en la entrada del tubo de muestreo y ajustar con su perno.

2.13.4. Limpieza de sensor de temperatura ambiental y humedad relativa

- a) Ubicado en la parte externa del shelter y en el tubo de muestreo, es un dispositivo expuesto a las condiciones ambientales propias de la zona.

Nota importante.

- Antes de la limpieza apagar el equipo.

Figura 78. Sensor de Clima instalado en el tubo de muestreo



- b) Desmonte los protectores contra la intemperie, desentornillando los pernos en la parte superior con ayuda de una llave francesa.
- c) Cada uno de los protectores, en forma de platos, se deben limpiar con paños secos y con agua o alcohol. Luego secarlo con franela, papel o similar.
- d) El sensor en sí, está cubierto con una tapa blanca de plástico y protegido con una malla fina. Limpiar la tapa y malla con una franela en seco o un cepillo (cerdas de nilón o similar). Procure no retirar la tapa.
- e) Limpie el soporte de metal con una franela seca o húmeda, o papel.
- f) Vuelva a colocar los protectores en el sensor asegurándose que todo se encuentre seco.

2.13.5. Limpieza básica de entrada a la cámara óptica y frasco de trampa para condensado.

Nota importante.

- Antes de la limpieza apagar el equipo.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

- a) Con el monitor desmontado, abrir la compuerta ubicada en la parte frontal del monitor y retirar el frasco de vidrio desenroscando hacia abajo, con cuidado y colocándolo sobre la mesa. Previamente poner en la palma de la mano a la altura donde se ubicaba el frasco de vidrio, inyectar aire a presión en la entrada del conector de bronce, esto para asegurar que la entrada de muestra no se encuentre obstruida y al mismo tiempo, limpiarla.
- b) Para el aire suministrado en la entrada de bronce se pueden usar frascos con aire comprimido; si hay buen pase de aire, este se debe sentir a la salida en la palma de la mano.

Figura 79. Entrada de bronce a la cámara óptica



- c) Una vez terminado, recolocar el frasco de vidrio (trampa de condensado) enroscando hacia arriba lentamente para asegurar que el frasco entre correctamente y se haga el sellado correspondiente.

Nota importante.

- No enroscar correctamente el frasco de vidrio, generará fugas al encender el equipo.

Figura 80. Frasco de vidrio o trampa de condensado



2.13.6. Limpieza del tubo de muestreo.

Nota importante.

- Antes de la limpieza apagar el equipo.
- a) Aflojar el tornillo Allen de fijación del tubo de muestreo (sample pipe fastening screw), cabe mencionar que ese tornillo solo debe aflojarse, no debe ser retirado del todo.

Figura 81. Muestra del “sample pipe fastening screw” o tornillo de fijación.

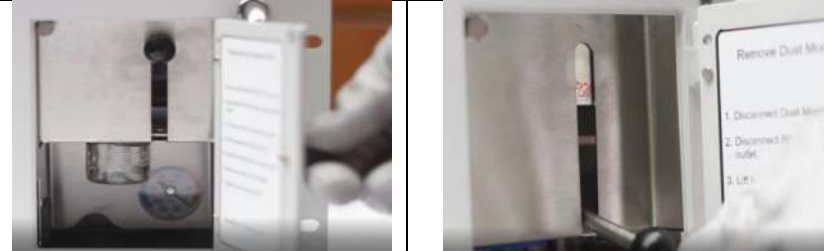


- b) Luego, abrir la pequeña compuerta de la cara frontal del monitor, sujetar con la mano la manija de cabeza negra para jalarla hacia la

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

persona suavemente, deslizarla hacia abajo e introducirla nuevamente hasta sentir un tope.

Figura 82. Descenso de manija para desconexión del tubo de muestreo con Monitor



- c) Acto seguido, desconectar el cable del sensor de humedad relativa y temperatura ambiental, retirando el conector del socket “Analog Input”, ubicado en el reverso del soporte de tubo de muestreo.

Figura 83. Desconexión de cable del sensor de clima del socket del soporte.



- d) Retirar el tubo de muestreo, ascendiéndolo suavemente con la mano para proceder con la limpieza.
- e) Retirar el cabezal omnidireccional como se explica en la sección “2.13.3. Limpieza de cabezal omnidireccional de entrada de muestra”.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

- f) Inyecte agua destilada desde un extremo de la entrada del tubo y colocar la salida con dirección hacia una cubeta para recibir el agua de limpieza. Agregar un poco de jabón líquido liquinox, para asegurar que no haya residuos y enjuagar con bastante agua destilada observando que del otro extremo no haya residuos de agua jabonosa.
- g) Una vez terminado el enjuague, secar inyectando aire comprimido en botella, observando que del otro extremo ya no salga agua. Inyectar aire en ambos extremos del tubo de muestreo.
- h) Para finalizar reinstalar el tubo repitiendo los pasos previos.

2.13.7. Cambio de Filtro BQ

Nota importante.

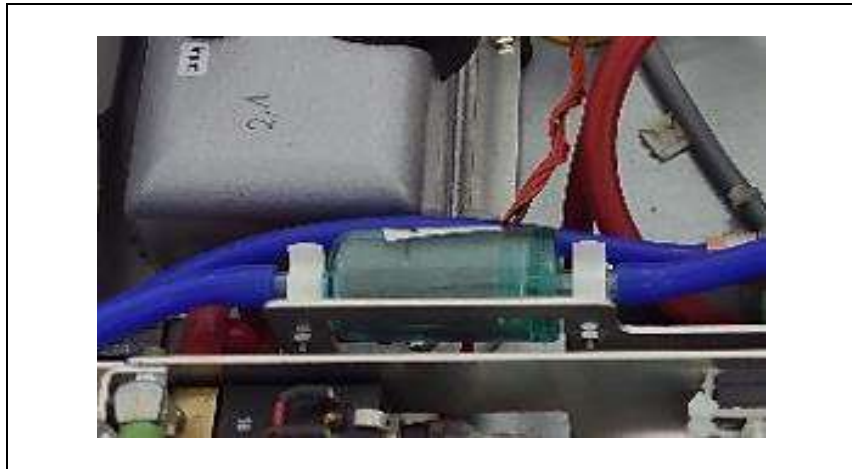
Este mantenimiento solo será ejecutado por el personal autorizado.

- a) Antes de la actividad apagar el equipo.
- b) Desmontar el monitor de partículas como se detalla en la sección “2.6.2. Desmontaje de Monitor de Partículas”
- c) Luego de retirarlo colocarlo en la mesa de trabajo y retirar la cubierta mayor para tener acceso a toda la parte interna del monitor.
- d) Una vez expuesta la parte interna del equipo ubicar el filtro BQ y reemplazarlo por uno nuevo, teniendo cuidado con el sentido de flujo de aire que es señalado normalmente en el filtro.

Figura 84. Descubierta de tapa mayor de monitor y ubicación de filtro BQ



 Organismo de Evolución y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024



- e) Desconectar el filtro retirando las mangueras de cada extremo que van a presión.

Nota importante.

- Observar que el filtro BQ es un filtro en línea y en el lado derecho hay un espacio (como se observa en la foto). Guiarse de ese detalle al momento de colocar el filtro nuevo.
- f) Una vez cambiado el filtro, tapar el equipo y montarlo de nuevo en el rack siguiendo los pasos descritos en la sección “2.3.4. Instalación de Monitor de Partículas”.
- g) Luego de la instalación, si durante el encendido el equipo, aparece en la pantalla la pregunta. “¿filter Changed?” presionar + en el teclado.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código. PM0313
		Versión. 02
		Fecha. 30/11/2024

Anexo 1

Criterios de aceptación y frecuencia requerida para la verificación, ajuste y mantenimiento preventivo en campo

Variable		Frecuencia	Criterios de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
Estado de Limpieza		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente o cuando amerite, luego de instalado el equipo.	Visual	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad ambiental de aire, 2019
Verificaciones de los valores de estado de parámetros operacionales		1. Diaria (en días de trabajo)	Visual o Telemetría		UNE-EN 16450
Verificaciones de sensores de temperaturas, presión y/o humedad	Temperatura	1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo.	± 2 °C		UNE-EN 16450
	Presión		± 1kPa (±10 hPa)		UNE-EN 16450
	Humedad		± 5% HR		UNE-EN 16450
Verificación del caudal del SAM			± 4.1% (error relativo)		Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad ambiental de aire, 2019
Verificación de fugas del sistema de muestreo			± 2%	N.A.	UNE-EN 16450
Verificación del sistema de medida de masa del SAM			1um (± 0.15)	N.A.	Manual del fabricante (GRIMM modelo EDM 180)
Verificación del cero de la lectura del SAM		Anual	± 3 µg/m (24 horas)	N.A.	UNE-EN 16450

* Los criterios de aceptación están basados en el criterio más exigente precisado en el Manual, Método o Norma de referencia citado en la presente tabla.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo del Sistema Automático de Medida para PM₁₀ y PM_{2,5} modelo FIDAS SMART 100E

I. OBJETIVO

Establecer las acciones para la instalación, verificación, uso y mantenimiento preventivo en campo del Sistema Automático de Medida (en adelante, **SAM**) marca PALAS Modelo Fidas Smart 100E, para la determinación de material particulado PM₁₀ y PM_{2,5} en aire ambiente mediante el principio de dispersión de luz.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Consideraciones preliminares

El/La operador/a de ensayos de calidad de aire debe considerar los siguientes criterios:

- Para la instalación y uso del equipo PALAS, considerar los criterios y requisitos técnicos establecidos en el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire”¹, la Norma Española UNE-EN 16450² y/o de acuerdo con lo establecido en el Manual del fabricante³.
- En la recepción de los equipos el/la Operador/a de ensayo deberá de revisar e inspeccionar en las instalaciones de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (en adelante, **UF-OTEC**), antes de la salida a campo que todos los accesorios y herramientas se encuentren completos usando el formato PM0309-F01 “Lista de verificación para equipos” así como dar conformidad al formato PM0309-F11 Verificación operacional de equipos - componente aire (PALAS), ejecutado por la UF-OTEC.
- El mantenimiento preventivo y correctivo, así como las configuraciones necesarias, verificaciones y ajustes del analizador es ejecutado por la UF-OTEC de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- El Gestor de ensayo de calidad de aire, es el responsable de hacer cumplir el presente documento.
- El Operador de ensayo de calidad de aire, es el responsable del correcto cumplimiento de lo establecido en el presente instructivo y usar la documentación vigente.

¹ Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM.

² UNE-EN 16450. Aire Ambiente. Sistemas automáticos de medida para la medición de la concentración de materia particulada (PM10; PM 2,5). 2017

³ Operating Manual – Fine Dust Measuring Device Fidas Smart System 100E. V. 1.3. 2023

2.2. Descripción del equipo

El SAM marca Palas modelo Fidas Smart 100E, contiene de las siguientes partes, los cuales son precisadas en las siguientes imágenes:

Figura 1. Vista completa del Equipo Palas, modelo Fidas Smart 100E (incluye el tubo muestreador y el cabezal)

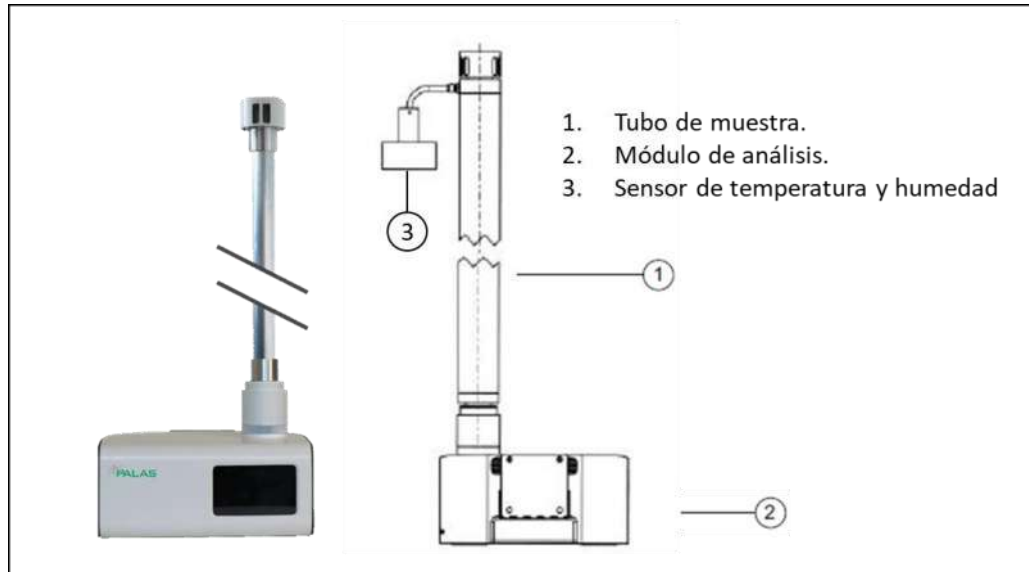
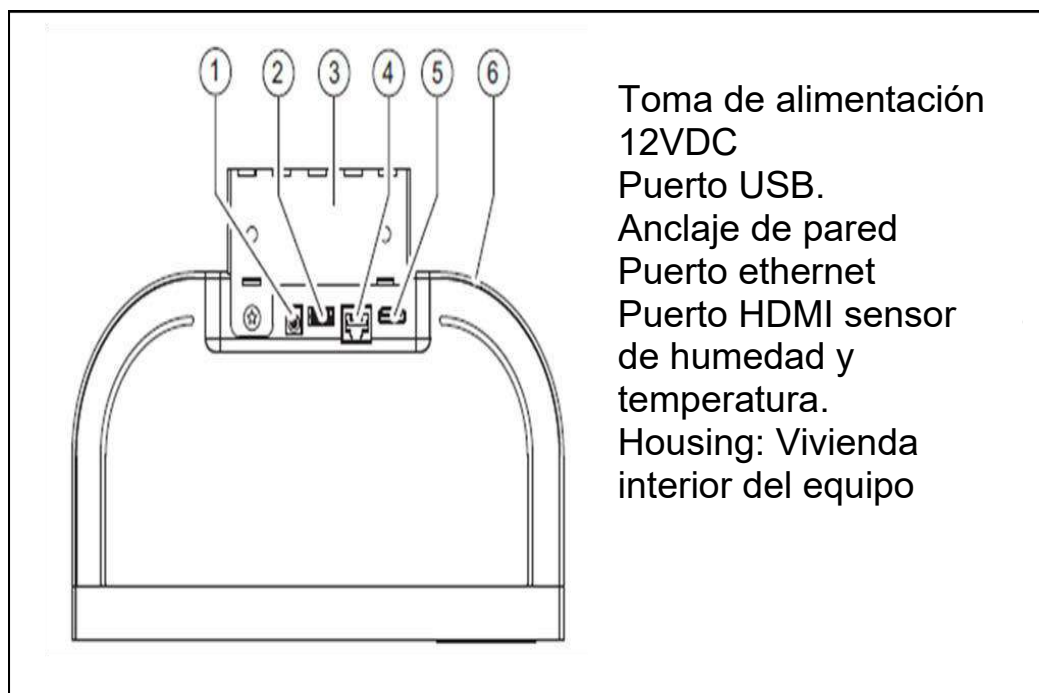


Figura 2. Vista inferior del Equipo Fidas Smart 100E (conexiones)



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.3. Instalación del equipo

- Antes de la instalación del analizador de gases se debe de considerar los criterios técnicos precisados en el instructivo I-DEAM-PM0313-25 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de aire”.
- Posteriormente, el equipo Palas modelo Fidas Smart 100E debe de colocarse de manera horizontal en una bandeja de metal en el interior de una caseta cerrada. Esta caseta debe contar con un equipo de aire acondicionado y/o calefacción que permita mantener la temperatura al interior de la caseta (portátil, fija o móvil) entre 20 °C y 30 °C.
- Encender el aire acondicionado y/o calefacción, setear y configurar a una temperatura ambiental de 25°C ±5°C antes que el SAM, y esperar un tiempo aproximadamente de diez (10) minutos hasta que las condiciones ambientales internas del shelter se estabilice.
- Instalar y enroscar el tubo de muestra (de manera perpendicular al equipo Palas modelo Fidas Smart 100E) con el cabezal, sensor de humedad y temperatura en la parte superior del SAM (ingreso de la muestra) y pasarlo por la brida, quedando al exterior de la caseta de calidad del aire.
- Instalar el cable HDMI, por la parte interna del tubo de muestra desde el sensor de temperatura y humedad, hasta conectarlo en la parte posterior del Equipo Palas (ver figura 3).
- Para encender el equipo, conectar la fuente de alimentación de 12VDC que viene con el equipo (ver figura 3).

Figura 3. Fuente de energización del Equipo Fidas Smart 100E



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- g. Una vez conectado el equipo, entrará en marcha de manera automática luego de cargar el sistema operativo. El tiempo de calentamiento, desde que se enciende el dispositivo hasta que se dispone de datos de medición válidos, es de mínimo quince (15) minutos.

Figura 4. *Instalación del Equipo Fidas Smart 100E en la caseta de calidad del aire.*



- h. Luego del encendido del equipo presionamos el botón “Menú Principal” / “dashboard” para seleccionar el panel de control a mostrar.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 5. Menú Principal del equipo PALAS Fidas Smart 100E



- i. Luego de elegir el panel de control, ingresamos al menú principal mediante el siguiente símbolo  y luego a la opción “settings” (ajustes) mediante el PIN ****, el cual se solicitará mediante correo al encargado de la UF-OTEC⁴.
- j. Seleccionamos la opción “**Menú Usuario Experto**” y configuramos el intervalo de medición a sesenta (60) segundos, y el promedio de sesenta (60) segundos de registro de información del equipo, a su vez activamos el ítem “IADS/Heating”, y se recomienda la activación de la opción “Teamviewer”, para dar un acceso remoto durante el periodo de monitoreo. Al culminar presionamos el botón “Exit to OS”. (Ver Figura 6).

⁴ Los PIN de los equipos se encuentran bajo responsabilidad de Operaciones Técnicas (LA UF-OTEC).

I-DEAM-PM0313-28

Versión: **00**

Fecha de aprobación: **30/11/2024**

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 6. Menú Usuario Experto del PALAS Fidas Smart 100E



- Activa o desactiva la sección de secado IADS compact. Esta característica debe activarse cuando el dispositivo se va a utilizar para mediciones en el exterior (Fidas Smart 100E).
- Activa o desactiva el protector de pantalla. El protector de pantalla se activa si no se toca la pantalla durante 30 minutos.
- Activa o desactiva la aplicación "Teamviewer". Requisito previo: el dispositivo está conectado a Internet a través de una conexión de red.

La conexión está destinada a utilizarse únicamente con fines de servicio. La configuración predeterminada de la función Teamviewer está desactivada. Pasan unos 20 segundos antes de que aparezca Teamviewer.
- Permite determinar la forma en que se almacenan los datos. Se puede configurar la frecuencia de guardado y el período de tiempo para promediar
- Cierra el firmware sin apagar el sistema operativo.

2.4. Configuración para transmisión por telemetría.

En caso se necesite transmitir los datos de las mediciones ambientales de manera remota (telemetría), deberá de ser realizado según las consideraciones del Instructivo I-DEAM-PM0313-34 “Implementación y transmisión de información mediante el Sistema de Telemetría en las estaciones de monitoreo ambiental”, por lo que para realizar la configuración del analizador se debe configurar la IP 192.168.128.4, con máscara 255.255.255.0 y a través de un

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

cable ethernet (RJ45), se debe conectar a la red de la estación de vigilancia ambiental, para que el data logger pueda extraerle los datos.

2.5. Verificación de parámetros operacionales

- a) Para iniciar con la verificación de parámetros operacionales in situ, en la pantalla del equipo procedemos a verificar las siguientes señales detalladas en la Figura 7.

Figura 7. *Panel de control con valores medidos en bloques en el Equipo Fidas Smart 100E*



- b) Para visualizar el tiempo de muestreo ingresamos a la siguiente ruta menú principal > dashboard > **Panel de control en forma de diagrama**. En este panel se visualiza las concentraciones actuales, así como el promedio. El valor LIVE se actualiza cada segundo.

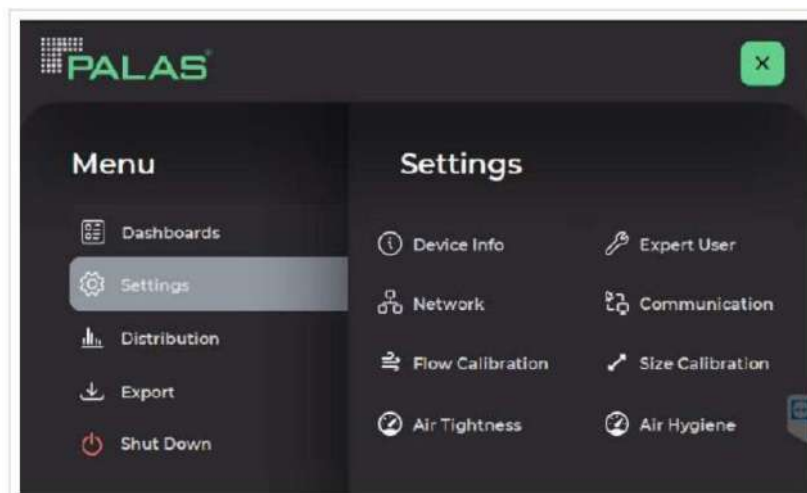
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 8. Panel de control con valores medidos en bloques en el Equipo Fidas Smart 100E



- c) Posterior para poder visualizar los demás parámetros operacionales y determinar el estado operativo del SAM, ingresamos al menú principal mediante el siguiente símbolo  y luego a la opción “settings” (ajustes) mediante el PIN ****, el cual se solicitará mediante correo al encargado de la UF-OTEC.

Figura 9. Panel de menú de Ajustes del Equipo Fidas Smart 100E

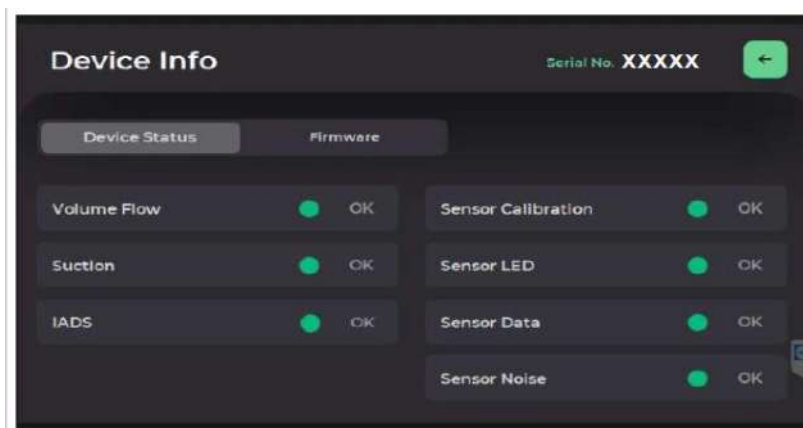


- d) Dentro de ajustes ingresamos a la opción “device info” (información del dispositivo) y posterior a ello ingresamos a la opción de “Device status” (estado del dispositivo), donde podremos verificar el número de serie e información sobre el estado del equipo.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- e) Cuando el equipo esté listo para funcionar los parámetros de estado muestran un punto verde y el texto “OK”, indicando que los parámetros se encuentran operativos.

Figura 10. Arranque del Equipo Fidas Smart 100E



- f) Si ocurre un problema, aparece un punto rojo junto con la palabra “Alerta”.
- g) La verificación de las señales del estado de los parámetros operacionales que se transmitirán mediante telemetría se puede visualizar en el PM0313-F39 “Módulo 0”⁵.
- h) En caso existiera alertas, estas deberán ser registradas en la registrar en el formato digital PM0313-F34 Bitácora de Campo de calidad de aire⁶ por el/la operador/a de ensayo encargado.

2.6. Verificación de los sensores de SAM

- a) Para asegurar la exactitud de la medida de la concentración másica del material particulado PM_{2,5}; PM₁₀ se realiza la verificación de los sensores de temperatura, presión ambiental y humedad relativa, usando como patrón de referencia por comparación directa una estación meteorológica in situ. Cabe precisar que, esta verificación se debe realizar antes de la verificación del caudal.
- b) Comparamos los valores de temperatura ambiental, presión ambiental y humedad relativa que se muestra en la estación meteorológica, con los valores que se visualizan en el equipo SAM, lo cual debe de estar dentro de los criterios de aceptación para temperatura ($\pm 2^{\circ}\text{C}$), presión ambiental

⁵ Link del Módulo 0: <https://desarrollo.oefa.gob.pe/deam/stec/vigilancia/MODULO0/> (Para ingresar solicitar el usuario al responsable Técnico de Calidad de Aire)

⁶ Link: <https://forms.gle/RQgHkX96pCCdysFEA> (Para ingresar solicitar el usuario al responsable Técnico de Calidad de Aire)

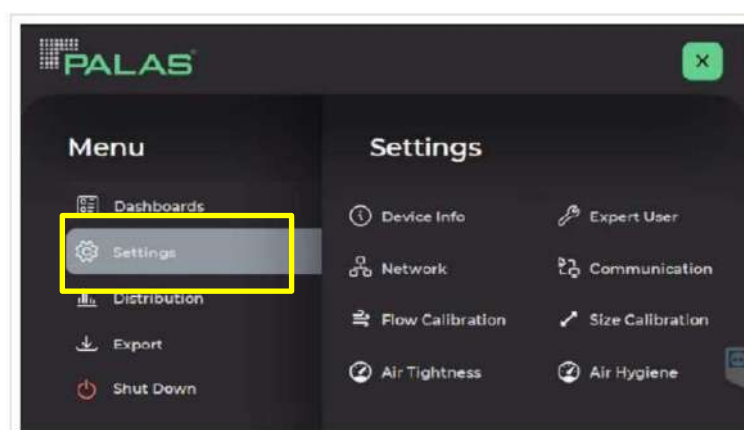
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

(± 10 hPa) y humedad relativa ($\pm 5\%$). En caso los valores no se encuentren dentro del criterio de aceptación seguir las consideraciones precisadas en el inciso “e” del ítem 2.11. de Consideraciones Finales.

2.7. Verificación de Fugas en el SAM

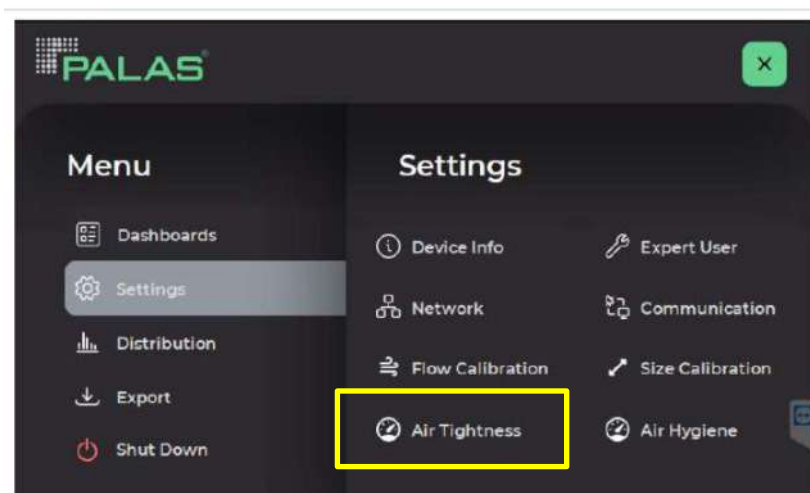
- Se debe comprobar que el dispositivo no tenga fugas durante el arranque inicial y cada vez que se traslade a una nueva ubicación.
- Para proceder a realizar la verificación, ingresamos al menú principal mediante el siguiente símbolo  y luego a la opción “settings” (ajustes) mediante el PIN ****, el cual se solicitará mediante correo al encargado de la UF-OTEC.

Figura 11. Panel de menú de Ajustes del Equipo Fidas Smart 100E



- Posterior ingresamos a la opción de “Air Tightness” (Hermeticidad)

Figura 12. Panel de menú de Ajustes del Equipo Fidas Smart 100E



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- d) Desmontar el tubo de muestra, y conectar en la entrada del equipo una manguera (DN 8) con un filtro HEPA.

Figura 13. Conexión del filtro HEPA en la entrada del Equipo Fidas Smart 100E



Figura 14. Menú de Hermeticidad del Equipo Fidas Smart 100E



- e) Luego de hacer la conexión, la concentración de partículas disminuirá automáticamente y cuando la concentración de partículas esté por debajo de 1,00 1/cm3, la curva se vuelve verde.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 15. Estabilización de la comprobación de fugas del Equipo Fidas Smart 100E.



- f) Si la concentración de partículas se mantiene en 0,00 1/cm³ el control de flujo másico se desactiva y el ventilador se fija al 100% de potencia, es ahí cuando comienza la comprobación de fugas y aparece el texto “Leak Check” (Comprobación de fugas) con el punto color rojo al costado.

Figura 16. Inicio de la comprobación de fugas del Equipo Fidas Smart 100E



- g) Si la verificación de fugas es exitosa, el punto junto a “Leak Check” (Comprobación de fugas) se vuelve verde; el control de flujo másico se activa nuevamente y el ventilador vuelve a su potencia normal.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 17. Verificación de fugas aprobada del Equipo Fidas Smart 100E



- h) Se procede a quitar el filtro HEPA y desenroscar el cabezal de muestreo.
- i) En caso la verificación de prueba de fuga no sea exitosa, presente una alarma o no se encuentre dentro del criterio de aceptación de desviación mayor del 2% de velocidad de fugas, el SAM debe de mantenerse y pasar nuevamente la prueba, hasta asegurarse que la prueba sea satisfactoria. En caso persista, proceder según el inciso “e” del ítem 2.11. de Consideraciones Finales.

2.8. Verificación de los caudales del SAM.

- a) Desmontar el tubo muestreador, y colocar a la entrada del equipo el calibrador de flujo externo, mediante una manguera (Ver Figura 18). Dejar funcionando hasta que se estabilicen las mediciones en el calibrador de flujo, siendo el valor nominal de 1,0 L/min.

Figura 18. Verificación de flujo del Equipo Fidas Smart 100E



 Organismo de Evolución y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

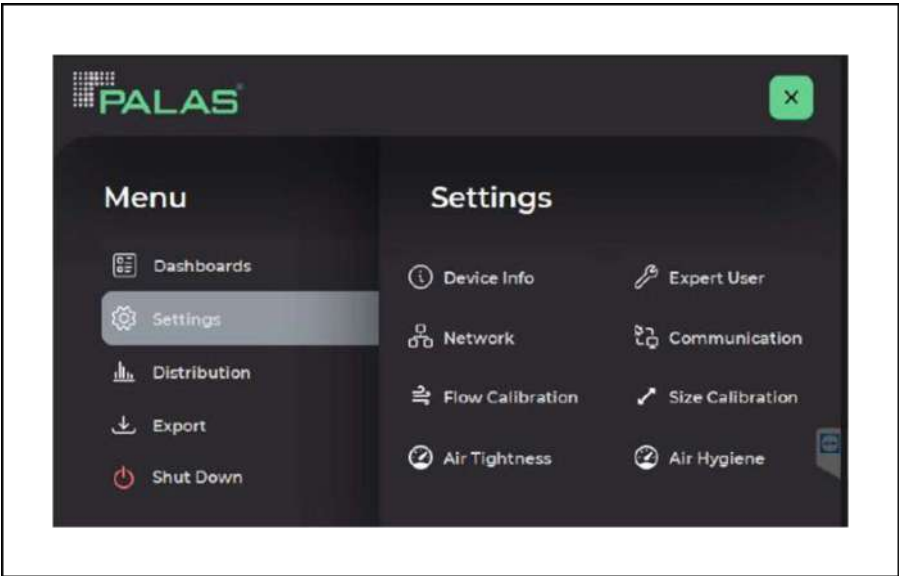
- b) Para llevar a cabo la verificación de caudal del equipo, se debe ingresar a la pantalla táctil, en la opción “*settings*” (ajustes) mediante el PIN ****. Se solicitará mediante correo al encargado de la UF-OTEC.

Figura 19. *PIN de acceso para los ajustes de flujo del Equipo Fidas Smart 100E*



- c) Dentro de la opción “*setting*” (ajustes), ingresar a la opción “*Flow Calibration*” (calibración de flujo).

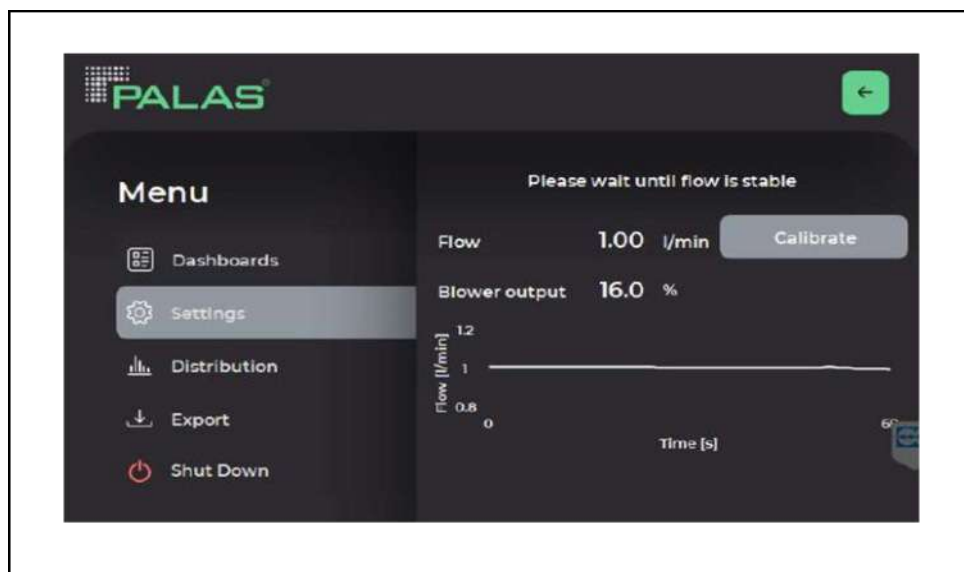
Figura 20. *Secuencia del ajuste del flujo del Equipo Fidas Smart 100E, opción “*setting*”*



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- d) Esperar hasta que, en la pantalla del equipo, se visualice un flujo volumétrico constante de 1,0 L/min. Este proceso suele tardar al menos un (1) minuto, es importante, esperar hasta que el flujo sea estable.

Figura 21. Secuencia del ajuste del flujo del Equipo Fidas Smart 100E, opción “flow calibration”



- e) Comparar el caudal volumétrico que se muestra en el SAM, con el valor determinado mediante el verificador de caudal externo lo cual debe de estar dentro del criterio de aceptación $\pm 4.1\%$ (error relativo). En caso el valor de caudal del equipo SAM difiera al del equipo verificador externo, se procederá a realizar el ajuste, presionando la opción de “calibrate” e ingresando el valor de 1.00 l/min en el equipo (valor nominal) y confirmando mediante el botón verde (→) para ajustar el flujo.
- f) En caso luego del ajuste el valor se encuentre fuera del criterio de aceptación, repetir el proceso hasta que el medidor de caudal externo muestre un caudal de 1,0 l/min, caso contrario seguir las consideraciones del inciso “e” del ítem 2.11. de Consideraciones Finales.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 22. Ingreso de flujo (ajuste) al Equipo Fidas Smart 100E



2.9. Verificación de cero de la lectura del SAM

- a. Desmontar el tubo muestreador, colocar a la entrada del equipo el adaptador de verificación de flujo, instalar una manguera de silicona con el filtro HEPA y dejar funcionando el equipo durante el periodo de al menos veinticuatro (24) horas hasta que el material particulado se encuentre dentro del criterio de aceptación de $\pm 3\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 23. Equipo Fidas Smart 100E con filtro HEPA



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.10. Verificación del sistema de medición másica del SAM

- Para poder verificar el tamaño de partículas determinadas por el Equipo PALAS Fidas Smart 100E se utiliza un polvo con una distribución monodispersa muy pequeña y un tamaño de partícula conocido. Usar únicamente MonoDust 1500 para realizar la verificación del tamaño de partículas determinadas por el equipo. Este recipiente se puede usar varias veces si se realiza la verificación correctamente. Se precisa que, en la etiqueta del recipiente, así como en el certificado de calibración del polvo a usar, se indica los valores de referencia (punto de ajuste del canal bruto) necesarios para verificar el tamaño de partícula.
- Antes de realizar la verificación, el equipo debe haber estado funcionando durante al menos quince (15) minutos. En este periodo el equipo debe de haber alcanzado un estado térmicamente estable.
- Desmontar el tubo de muestreo, y enroscar el cabezal de muestreo para interiores en el ingreso de la toma de muestra del equipo.
- Posterior a ello, agitar suavemente el recipiente cerrado, algunas partículas se arremolinan en el aire dentro del recipiente y permanecen en el aire durante unos minutos.
- Desenroscar la tapa del recipiente y sostener el recipiente horizontalmente junto al cabezal de muestreo para interiores instalado en el equipo hasta que, en la pantalla del Equipo Palas, en la parte inferior derecha se observe el mensaje de “Quality high” (Calidad Alta).

Figura 24. Verificación del Equipo Palas marca Fidas Smart 100E con MonoDust 1500

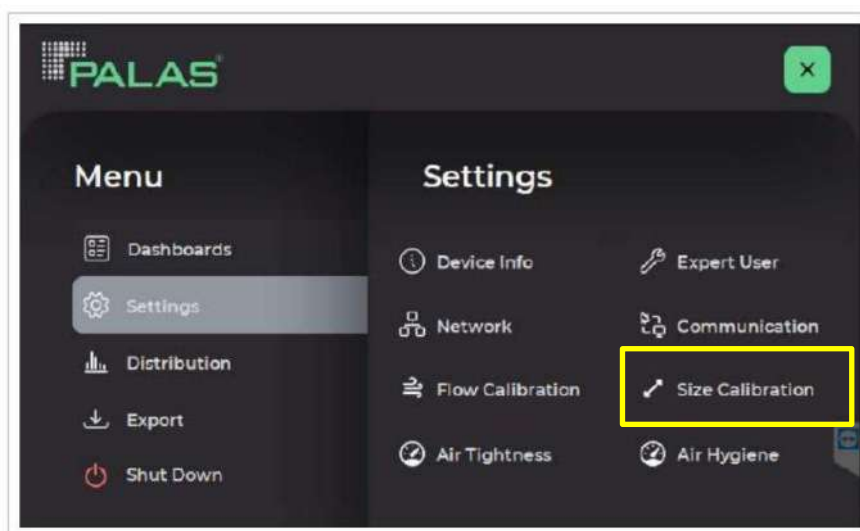


- Comparamos el valor del tamaño de partículas que se muestra en el equipo, con el valor del recipiente MonoDust 1500, lo cual debe de estar dentro del criterio de aceptación ± 0.5 .

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- g. En caso el valor del tamaño de partículas que indica el equipo no se encuentra dentro del criterio de aceptación, proceder con el ajuste correspondiente del equipo (desde el 2.9.7. al 2.9.10.).
- h. Para corroborar el punto de referencia según el MonoDust 1500, se ingresa al menú principal, luego ingresar a la pantalla táctil, en la opción “*settings*” (ajustes) mediante el PIN ****. lo cual se solicitará mediante correo al encargado de la UF-OTEC.
- i. Luego, ingresar a la opción de “*Size calibration*” (Tamaño de partícula para calibración).

Figura 25. Equipo Fidas Smart 100E con filtro HEPA



- j. Insertar el valor de “Setpoint raw” (punto de referencia) del polvo de calibración (MonoDust 1500), que indica el recipiente al equipo PALAS Smart 100E. Se advierte que, el valor del recipiente es variable dependiendo de las características del MonoDust 1500.

Nota. El valor de 139.9 es un valor referencial para el ejemplo.

Figura 26 Frasco del MonoDust 1500

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024



- k. Para realizar la siguiente modificación se debe seguir los siguientes pasos:
- Utilice las teclas + y – para ingresar el valor de referencia de acuerdo con la etiqueta que se encuentra en el frasco del MonoDust.

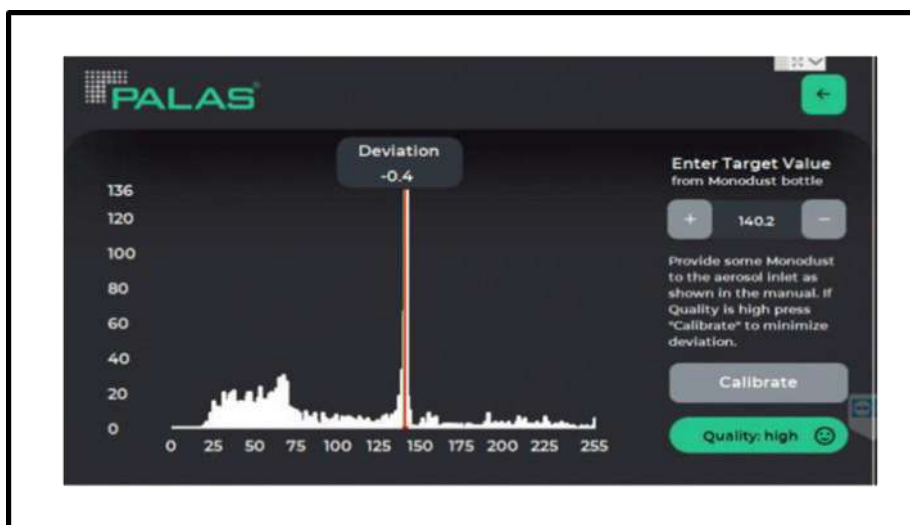
Figura 27. Inicio del ajuste del tamaño de partículas PALAS marca Fidas Smart 100E con MonoDust 1500



- l. El Equipo Palas pasará la prueba de ajuste siempre y cuando la desviación no sea superior a ± 0.5 .

Figura 28. Ajuste satisfactorio del Equipo Palas marca Fidas Smart 100E con MonoDust 1500

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024



- m. En caso el ajuste se encuentre fuera del criterio de aceptación de ± 0.5 , repetimos el proceso. Si luego de realizar dos (2) o más veces el ajuste aún sigue fuera del criterio de aceptación, se enviará a la UF-OTEC, para el mantenimiento correctivo.

2.11. Consideraciones Finales

- Al finalizar cada una de las verificaciones y ajustes se debe de registrar los datos en el Formato PM0313-F37 Verificación y ajuste del SAM PALAS ($PM_{2.5}$ y PM_{10}).
- Luego de culminar el registro subir la documentación al PM0313-F34 Bitácora de calidad ambiental de aire, como archivo adjunto.
- Los criterios y frecuencia de la verificación, ajuste y mantenimiento preventivo de campo del equipo se detallan en el Anexo 1 del presente instructivo.
- En caso existiera alarmas recurrentes durante el proceso de verificación de parámetros operacionales éstas deberán ser informadas inmediatamente al jefe inmediato y comunicadas a la UF-OTEC para recibir el soporte correspondiente, a su vez deberá ser registrado en el formato PM0313-F34 "Bitácora de campo de Calidad Ambiental de Aire" en la siguiente ruta: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScavw44eos44wWRMQ8xCed-d-0FUbolM62Kwmydcngfoz1AfXA/viewform> por el Operador de ensayo encargado.
- En caso de que el equipo estuviera fuera de los criterios de aceptación en el ajuste y/o verificación (Anexo 1), presente algún incidente y/o fallas, datos

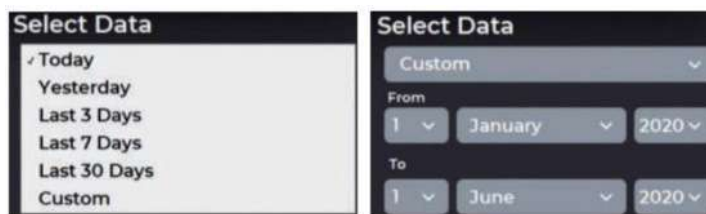
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

anómalos o atípicos, antes o durante del periodo de medición, informar al jefe inmediato para que envíe un correo al área de la UF-OTEC detallando lo sucedido y la solicitud de reemplazo de equipo, para que dicha área genere el requerimiento interno de equipos en el plazo más corto posible.

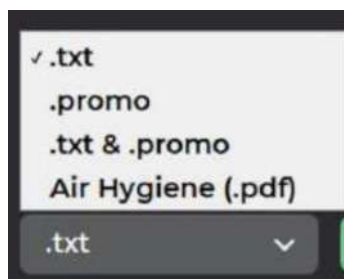
- f. Posterior a ello el personal del área de la UF-OTEC, procederá según el ítem 5.5 del Instructivo I-DEAM-PM0312-04 “Mantenimiento rutinario de Equipos”

2.12. Descarga de data

- a. El SAM guarda y registra la información de los datos medidos en un archivo de texto “promo” todos los días, un (1) archivo por día.
- b. El archivo creado se puede descargar insertando un dispositivo externo (USB), por lo que para la descarga se realiza los siguientes pasos:
 1. Insertamos el dispositivo externo (USB) en el puerto USB.
 2. Ingresamos a la siguiente ruta “Menú principal > Export” y seleccionamos el periodo de tiempo de la data que deseamos descargar.

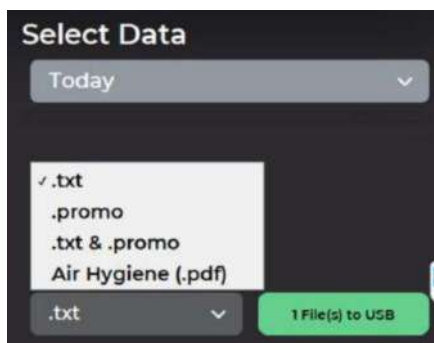


3. Seleccionamos el formato .txt o un formato de archivo diferente.



4. Presionamos el botón verde “1 File(s) to USB, para que proceda a iniciar con la copia de información al dispositivo externo.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024



5. Desconectamos el dispositivo externo

2.13. Mantenimiento preventivo de campo

Entiéndase por mantenimiento preventivo de campo a actividades que no impliquen operaciones invasivas o desarmado de partes delicadas o importantes en los equipos, estas actividades pueden ser limpieza externa e interna, etc, con el objetivo de prevención y prolongación de vida útil del equipo y mejora en la confiabilidad operativa.

Las frecuencias recomendadas para estas tareas pueden variar dependiendo del nivel de concentración de los contaminantes atmosféricos en la ubicación donde opera el equipo.

Tabla 1. Frecuencia del mantenimiento preventivo de campo

Actividad	Frecuencia
Limpieza de mini cabezal de entrada de muestra.	Mensual o cuando sea necesario
Limpieza de sensor de temperatura ambiental y humedad relativa	Mensual o cuando sea necesario
Limpieza del tubo de muestreo.	Mensual o cuando sea necesario

2.13.1. Limpieza de mini cabezal de entrada de muestra

El mini cabezal se encuentra ubicado en la parte alta del tubo de muestreo, es el punto de captación de muestra de aire y tiende a ensuciarse por el aire que ingresa, debido a las partículas gruesas, para realizar la limpieza de este accesorio se debe de realizar los siguientes pasos:

a) Apagar y desconectar el equipo al punto de corriente.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- b) Si es necesario y el mini cabezal presenta alta cantidad de suciedad, desmonte y desenrosque, extrayendo con cuidado el mini cabezal con la mano.
- c) Una vez retirado, remueva el polvo o sedimento con ayuda de un cepillo y agregue alcohol isopropílico por fuera y por dentro a través de su abertura, luego continúe cepillando hasta remover todo el sedimento o partículas gruesas posible.
- d) Luego de la limpieza secar con aire comprimido en botella, por fuera y por dentro rigurosamente, antes de montarlo.
- e) Reinstalar en la entrada del tubo de muestreo y enroscarlo.

2.13.2. Limpieza de sensor de temperatura ambiental y humedad relativa

- a) Apagar y desconectar el equipo al punto de corriente.
- b) Desmonte el accesorio de sensores de temperatura y humedad relativa y desenroscar la tuerca con una llave francesa de diez pulgadas (10") de la parte superior.
- c) Limpiar con paños secos y con alcohol isopropílico la zona externa. Luego secarlo con franela.
- d) Limpie el soporte de metal con una franela seca o húmeda. A su vez de presentar óxidos, limpiar la parte de metal con WD40 y un (1) cepillo de metal.
- e) Vuelva a colocar los protectores en el sensor asegurándose que todo se encuentre seco.
- f) Encender el equipo.

2.13.3. Limpieza del tubo de muestreo

- a) Apagar y desconectar todos los cables del equipo al punto de corriente.
- b) Desenchufar el cable de sensores conectado a la unidad del equipo PALAS.
- c) Desmontar el tubo de muestreo y realizar la limpieza interna y externa con agua destilada desde un extremo de la entrada del tubo y colocar la salida con dirección hacia una cubeta para recibir el agua de limpieza. Agregar un poco de jabón líquido liquinox o detergente libre de fosfato, para asegurar que no haya residuos y

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- enjuagar con bastante agua destilada observando que del otro extremo no haya residuos de agua jabonosa.
- d) Una vez terminado el enjuague, secar inyectando aire comprimido en botella, observando que del otro extremo ya no salga agua. Inyectar aire en ambos extremos del tubo de muestreo.
- e) Para finalizar reinstalar el tubo repitiendo los pasos previos.

2.14. Desinstalación y desmontaje de equipos y accesorios

Apagar el equipo y desconectar todas las instalaciones realizadas y accesorios con cuidado. Desmontar todos los accesorios que dispone el equipo y guardarlos en sus respectivas maletas o cajas, para su transporte y almacenamiento.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Anexo 1

Criterios de Aceptación y Frecuencia requerida para la verificación, ajuste y mantenimiento

Variable		Frecuencia	Criterios de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
Estado de Limpieza		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente o cuando amerite, luego de instalado el equipo.	Visual	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad ambiental de aire, 2019
Verificaciones de los valores de estado de parámetros operacionales		1. Diaria (en días de trabajo)	Visual o Telemetría		UNE-EN 16450
Verificaciones de sensores de temperaturas, presión y/o humedad	Temperatura	1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo.	± 2 °C		UNE-EN 16450
	Presión		± 1kPa (±10 hPa)		UNE-EN 16450
	Humedad		± 5% HR		UNE-EN 16450
Verificación del caudal del SAM			± 4.1% (error relativo)		Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad ambiental de aire, 2019
Verificación de fugas del sistema de muestreo			± 2%	N.A.	UNE-EN 16450
Verificación del sistema de medida de masa del SAM			± 0.5	± 0.5	Manual del fabricante (PALAS Smart Fidas 100E)
Verificación del cero de la lectura del SAM		Anual	± 3 µg/m (24 horas)	N.A.	UNE-EN 16450

* Los criterios de aceptación están basados en el criterio más exigente precisado en el Manual, Método o Norma de referencia citado en la presente tabla.

I-DEAM-PM0313-28

Versión: **00**

Fecha de aprobación: **30/11/2024**

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo del analizador automático de gases de Monóxido de Carbono (CO) modelo 48iQ

I. OBJETIVO

Establecer las acciones para la instalación, verificación, uso y mantenimiento preventivo en campo del analizador automático de gases, marca Thermo Scientific, modelo 48iQ, para la determinación de Monóxido de Carbono (CO) en aire ambiente.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Consideraciones preliminares

El/la operador de ensayos de calidad de aire debe considerar los siguientes criterios:

- a. Para la instalación y uso del equipo, considerar los criterios y requisitos técnicos establecidos en el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire”¹, NTP-ISO 4224:2019² y/o de acuerdo con lo establecido en el Manual del fabricante³.
- b. En la recepción de los equipos el/la Operador/a de ensayo deberá de revisar e inspeccionar en las instalaciones de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (en adelante, UF-OTEC), antes de la salida a campo que todos los accesorios y herramientas se encuentren completos usando el formato PM0309-F01 “Lista de verificación para equipos” así como dar conformidad al formato PM0309-F07 Verificación operacional de analizadores automáticos de gases, ejecutado por la UF-OTEC.
- c. El mantenimiento preventivo y correctivo, así como las configuraciones necesarias, verificaciones y ajustes del analizador es ejecutado por la UF-OTEC de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- d. El Gestor de ensayo de calidad de aire, es el responsable de hacer cumplir el presente documento.
- e. El Operador de ensayo de calidad de aire, es el responsable del correcto cumplimiento de lo establecido en el presente instructivo y usar la documentación vigente.

¹ Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM.

² NTP-ISO 4224:2019. “Aire Ambiental. Determinación de monóxido de carbono. Método de espectrometría infrarroja no dispersiva”

³ 48iQ Instruction Manual. Carbon Monoxide Analyzer. 117080-00. 5 Febrero 2024.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.2. Descripción del equipo

El Analizador consta de las siguientes partes y equipos:

Figura 1. Partes del Analizador Automático (Vista posterior)

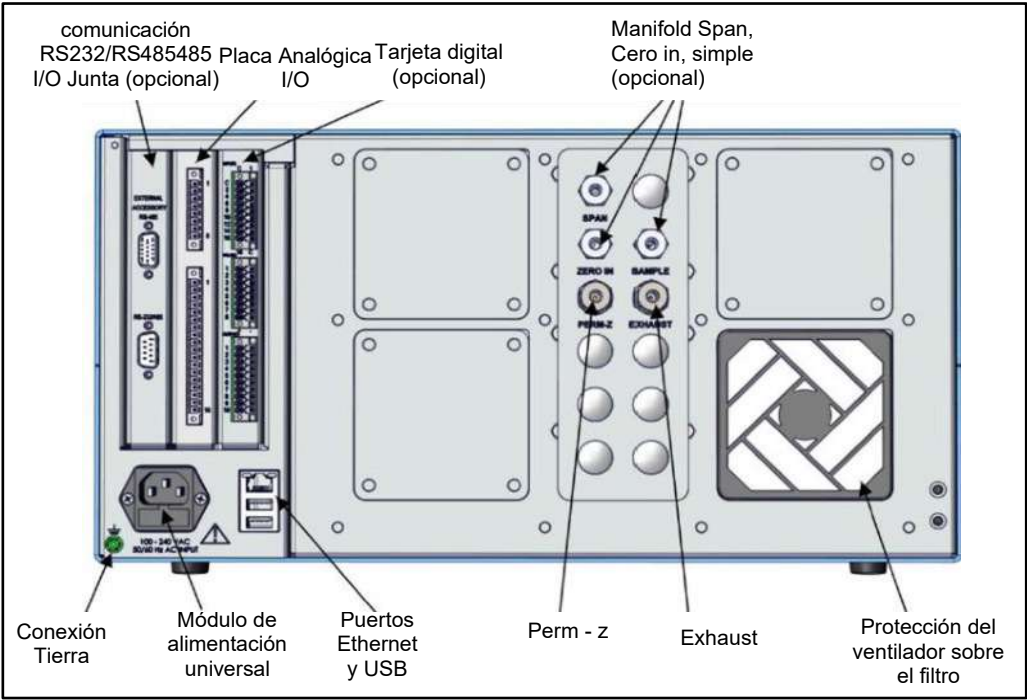
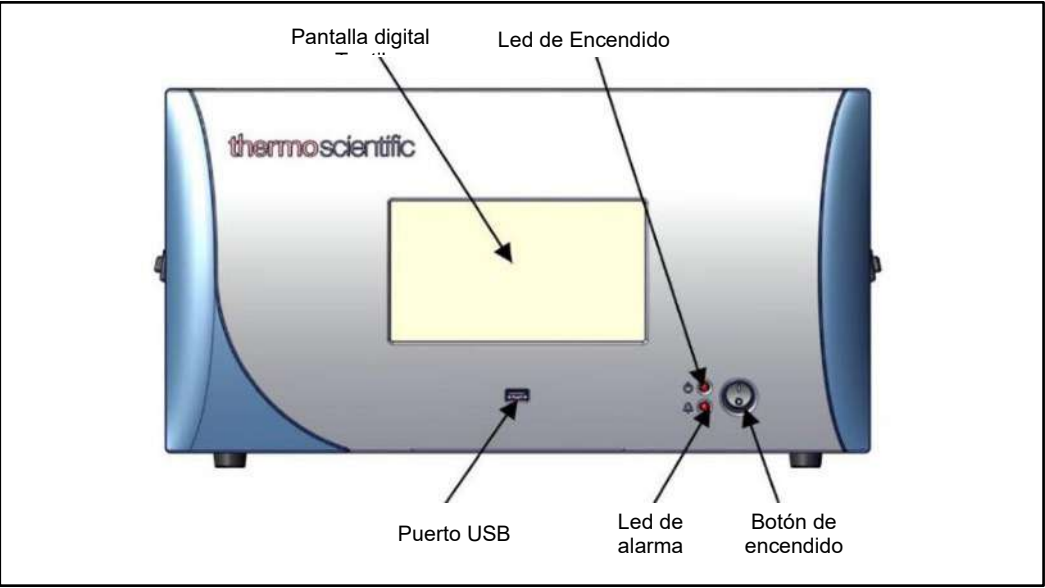


Figura 2. Partes del Analizador Automático (Vista frontal)



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 3. a) caseta portátil, b) caseta móvil, c) caseta fija



Figura 4. a) calibrador por dilución de gases, b) generador de aire cero

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

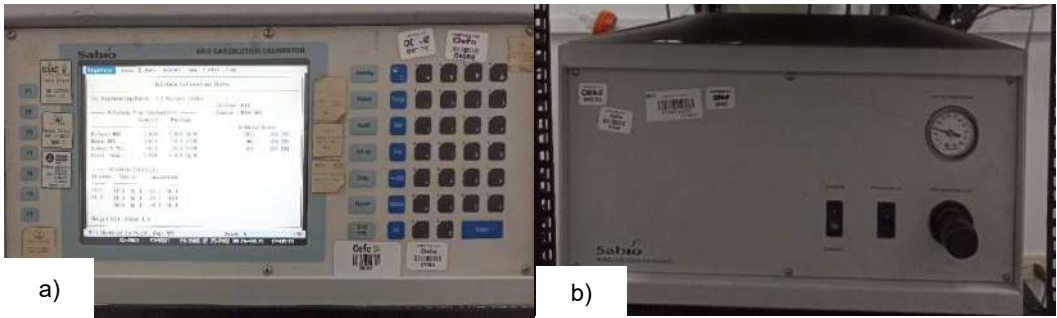


Figura 5. Partes del balón de gas patrón



Figura 6. Calibrador de Flujo marca Mesalab modelos Defender y modelo BGI tetraCal



Figura 7. Termohigrómetro - VAISALA

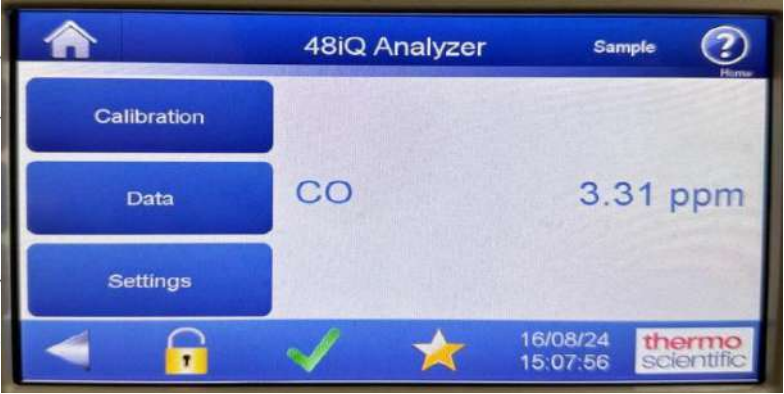
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024



2.3. Armado del equipo y Configuración

2.3.1	Armado y Encendido
a.	Antes de la instalación del analizador de gases se debe de considerar los criterios técnicos precisados en el instructivo I-DEAM-PM0313-25 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de aire”.
b.	Montar el analizador de gases de manera horizontal en una bandeja de aluminio en el interior de una caseta cerrada (shelter). Esta caseta debe contar con un equipo de aire acondicionado y/o calefacción según aplique que permita mantener la temperatura al interior de la caseta (portátil, fija o móvil) entre 20°C y 30°C.
c.	Encender el aire acondicionado y/o calefacción según aplique, setear y configurar a una temperatura ambiental de 25°C ±5°C antes de la instalación del analizador de gases, y esperar un tiempo aproximadamente de 10 minutos hasta que las condiciones ambientales internas del shelter se estabilice.
d.	Conectar el analizador de gases a un tomacorriente a un voltaje de 220 V y una frecuencia de 60 hertz; la energía eléctrica deberá ser de la red o proporcionada

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	de un generador eléctrico, luego será rectificada mediante un Uninterruptible Power Supply (UPS) el mismo que servirá de respaldo en posibles fluctuaciones o cortes de energía eléctrica. <i>Nota.</i> El analizador de gases se suministra con un cable de conexión a tierra de tres hilos. En ninguna circunstancia se debe anular este sistema de puesta a tierra.
e.	Encender el analizador de gases y esperar un tiempo mínimo de 120 minutos y/o desaparezcan las alarmas, para que se establezcan los parámetros de funcionamiento.
f.	Durante el tiempo que el analizador de gases se está estabilizando, revisar y/o realizar las configuraciones de fecha y hora del analizador, parámetros de medición, rangos de operación, intervalos de tiempo de registro y otras configuraciones necesarias. Asimismo, luego de los ciento veinte (120) minutos mínimos de estabilización, proceder a realizar las verificaciones y ajustes correspondientes.
2.3.2	Configuración del analizador
A continuación, se detalla las configuraciones necesarias para el funcionamiento y medición de analizador, por lo que no deberán de ser modificadas luego del inicio del muestreo, a excepción que se realicen actividades de verificaciones y/o ajustes necesarios, incidencias que pudieran ocurrir (cortes de luz, mantenimientos, etc). Antes de iniciar con el periodo de muestreo, revisar que las configuraciones realizadas por el personal de la UF-OTEC se hayan realizado correctamente, caso contrario actualizarlas.	
a.	Configuración de fecha y hora del equipo
a.1	Revisar que la fecha y hora del equipo se encuentre actualizada en tiempo real en la pantalla digital de inicio. 

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

a.2	En caso que no estén en tiempo real proceder a actualizar la fecha (date) en formato europeo (european format: <u>dd/mm/yyyy</u>), la hora (time) en <u>formato (hh:mm:ss)</u>, zona horaria (time zone) en <u>formato UTC 5</u>, servidor de tiempo (time server) en <u>modo desactivado</u> según la siguiente ruta Home Screen>Setting>Instrument Setting>Clock y guardar los cambios presionando en la pantalla digital la opción “commit”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).  
b.	Configuración de intervalo de registro de datos:
b.1	Para la configuración del intervalo de registro de datos de forma manual, ingresar a la siguiente ruta Home Screen>Data>Advanced>Data Logging Setup; actualizar o definir el periodo de registro en cinco (05) minutos presionando la opción de “Period” en la pantalla digital del analizador de datos y guardar presionando la opción “commit”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).  
b.2	Para la visualización de los valores concentración de CO en la pantalla digital del analizador ir a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Averaging Time (single range mode) y seleccionar como tiempo promedio sesenta (60) segundos. Cabe indicar que, la opción “Dynamic Filtering” debe de estar en modo “Disabled” (deshabilitado).

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	  Nota. Al realizar verificaciones y/o ajustes en cero/span, considerar el tiempo promedio en 300 segundos (tiempo máximo del analizador).
c.	Configuración del registro de variables de medición
c.1	Para la configuración del registro de los variables de medición vamos a la siguiente ruta: Home Screen>Data>Advanced>Data Logging Setup>Select Data Logging Variables y seleccionar las siguientes variables presionando en la pantalla digital para habilitar (color amarillo) o deshabilitar. Luego guardar los cambios presionando la opción “commit changes”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).   Las variables mínimas que debe de contar el analizador de gases son: ● Concentration (ppm ur ug/m³) ● Instrument Temperature Alarm ● Bench Temperature ● Ambient Temp ● Bench Pressure ● Sample Flow ● PMT High Voltage ● Flaser High Voltage ● Lamp intensity ● General Alarm

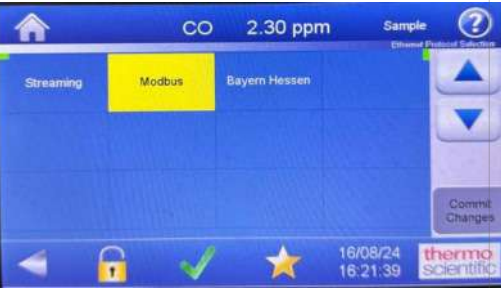
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	<i>Nota.</i> Al quitar o añadir una variable, inicia una nueva data de registro y se elimina toda la data anterior.
d.	Configuración de rangos de operación
d.1	Para establecer el rango de trabajo ingresamos a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Range Mode Selection y presionar en la pantalla táctil del analizador la opción de rango único “single”, lo cual estará habilitado si se pone de color amarillo. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).  
d.2	Posteriormente retroceder presionando la opción de () , e ingresar a la opción de “Range Setting” y establecer el rango de trabajo de acorde al certificado de calibración (ejemplo: rango máximo 5 ppm). Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).  
e.	Configuración de la medición de entrada de gas
e.1	Para realizar la configuración de medición de la entrada de gas al analizador ir a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Gas Mode, y seleccionar el modo de entrada del gas que se va a medir (en caso el modelo cuente con esta entrada, caso contrario se considera “Sample”): - Sample: Se configura para que el analizador mida el gas de la muestra del ambiente. - Cero: Se configura para realizar la verificación y/o ajuste de aire cero; al seleccionar esta opción el analizador se configura en modo cero.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	- Span: Se configura para realizar la verificación y/o ajuste del span; al seleccionar el analizador se configura en modo span.  
f.	Configuración de las unidades de la concentración
f.1	Para realizar la configuración de las unidades de la concentración de CO ir a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Gas Units, y seleccionar como unidad de medida “ppm”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita)  
g.	Configuración de compensación de temperatura y Presión
g.1	Ingresar a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Advanced Measurement Settings>Compensation y <u>habilitar</u> las opciones de “Temp Compensation” y “Pressure Compensation”. Se encuentran habilitado cuando cambie a color Amarillo y aparezca como “Enabled”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).  
h.	Configuración del Analizador automático para transmisión por telemetría

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

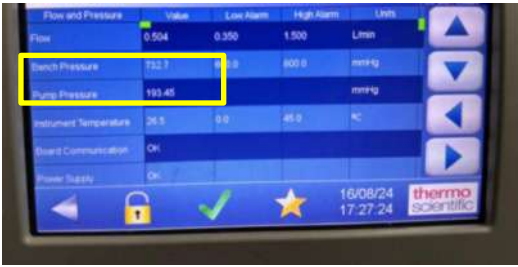
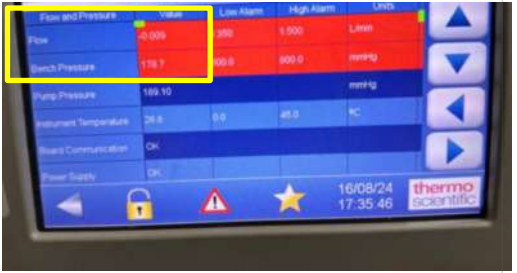
h.1	En caso se necesite realizar la transmisión de los datos de las mediciones ambientales de manera remota (telemetría), deberá de ser realizado según las consideraciones del I-DEAM-PM0313-34 Instructivo de Implementación y transmisión de información mediante el Sistema de Telemetría en las estaciones de monitoreo ambiental, por lo que para realizar la configuración del analizador se debe de ingresar a la siguiente ruta settings>Communication>Wired TCP/DHCP, deshabilitar la opción “DHCP” y colocar la configuración de IP (ejemplo: 192.168.1.XX) que será proporcionado por el Responsable Técnico de Calidad de Aire.  
h.2	Luego de culminar la configuración, seleccionar el modo de protocolo “Modbus”, para que inicie con la transmisión.  
h.3	Los parámetros que se transmitirán serán seleccionados en el programa a usar, las cuales son los registros 1,15,17,25,27,29,31,55,63,514, como mínimo de la tabla de registro de Modbus –THERMO 48iQ, 410iQ, 410iQHL - 118208-00.

2.4. Verificación y/o ajuste del Analizador Automático de gases

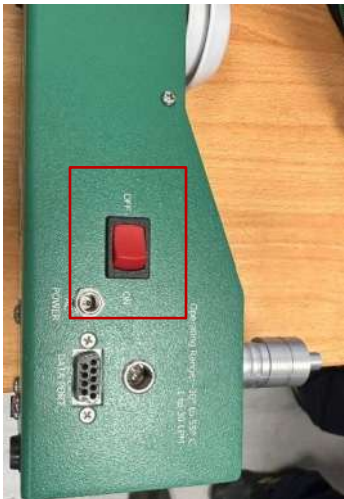
Luego de haber completado la configuración del equipo, proceder con las siguientes verificaciones, y ajustes necesarios en las frecuencias establecidas en el Anexo 1, antes de finalizar la instalación.

2.4.1	Verificación del estado de Parámetros operacionales
-------	---

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

a.	Luego de haber transcurrido los 120 minutos de estabilización como mínimo, registrar en el formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizador automático de gases, la información del equipamiento, las condiciones ambientales internas de la caseta (fija, móvil o portátil) inicial (antes de la verificación) y final (después de la verificación), el rango máximo de trabajo y luego proceder a realizar la verificación del estado de parámetros operacionales del analizador automático de gases, evaluando si es conforme o no, antes de iniciar las verificaciones y/o ajustes, y al culminar el proceso de las verificaciones y/o ajustes, dependiendo del valor que figura en el analizador de gases.
b.	En caso hubiera alguna alarma presente, o algún parámetro se encuentre fuera del rango, realizar los ajustes necesarios para corregirlo. Si la alarma persiste o no se pudiera corregir, realizar las acciones según lo precisado en el inciso “e” del “ítem de consideraciones finales” .
2.4.4	Verificación Prueba de Fuga
a	Antes de empezar con las verificaciones realizar la prueba de fuga, para lo cual se deberá taponear la toma de muestra “sample” del analizador de gases.
b	Ingresar a la siguiente ruta Check ✓>Status and Alarms>Flow and Pressure> Y en un periodo de cinco (5) minutos aproximadamente verificar que el flujo oscile a 0 L/min y que la presión se encuentre menor a 180 mmHg.  
c	En caso la prueba no sea conforme, identificar la fuga y repetir el proceso nuevamente.
d	En caso el flujo sea 0 y la presión sea mayor a 180 mmHg, o al contrario, informar al jefe inmediato y proceder según el inciso “e” del “ítem de Consideraciones finales” .
2.4.5	Verificación de flujo
a.	Para realizar la verificación de flujo y se use el verificador de flujo marca Mesalab modelo Defender, encender el equipo verificador de flujo presionando el botón 

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	por unos segundos hasta que el equipo encienda, y mediante el botón “enter” seleccionar la opción “measure”. Luego seleccionar la opción “single” para leer un flujo de manera única ó “continue” para realizar la lectura de flujo de manera continua y automática.   <i>Nota.</i> Se recomienda usar el calibrador de flujo, energizándolo directamente con su fuente de alimentación de energía, puesto que la batería interna tiene un tiempo de vida, y no sea suficiente para que el equipo funcione correctamente. A su vez se debe de posicionar el equipo en una superficie plana
b.	Para realizar la verificación de flujo y se use el verificador de flujo marca Mesalab modelo BGI - TetraCal, encender el equipo verificador de flujo presionando el interruptor posterior derecho (ON/OFF), colocar el venturi más largo N° 132/3 (Rango: 0.1 lpm a 1.2 lpm) e insertar el adaptador para manguera.    botón de encendido imagen frontal venturis
c	Verificación 1: Posteriormente para realizar la verificación de flujo, se debe conectar el verificador de flujo en la entrada de muestra “sample” del analizador y el otro extremo en la entrada del verificador de flujo. Luego ingresar a la siguiente

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	ruta Check ✓>Status and Alarms>Flow and Pressure> para visualizar el flujo del analizador y comparar el valor que se visualiza en el patrón lo cual debe de estar dentro del criterio de aceptación $\pm 4.1\%$ (error relativo).  
d	En caso de que el flujo del analizador se encuentre fuera del criterio de aceptación, realizar el ajuste correspondiente, según lo precisado en el ítem 2.4.6 Ajuste de fujo.
e.	Verificación 2: En caso de que el flujo de muestreo se ha modificado más del $\pm 20\%$ del valor inicial, verificar la saturación del filtro de partículas incorporado, para ello se conecta una manguera en un extremo del verificador de flujo, y el otro extremo en la manguera antes de la entrada del portafiltro (manguera que va al manifold). Luego ingresar a la siguiente ruta: Menú>Diagnostic>Flow, para visualizar el flujo del analizador y compararlo con el valor que se visualiza en el equipo verificador lo cual debe de estar dentro del 5%.
f.	Si en la verificación 2 el flujo supera el 5%, reemplazar el filtro.
2.4.2	Ajuste de flujo
a	Para realizar el ajuste de flujo, desactivar la bomba (Pump Power disable) ingresando a la siguiente ruta settings>Instrument settings>Pump Power lo cual se quitará el color amarillo  

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

b	Luego ingresar a la siguiente ruta: settings>Measurement settings>Advanced measurement settings>pressure calibration, y colocar el valor de la presión ambiental - in situ del barómetro, en las dos opciones de “atmospheric Sensor 1” y “atmospheric sensor 2” y presionar start en la pantalla digital táctil del analizador, para que el valor se ajuste  
c	Luego volver a activar la bomba (Pump Power enable) ingresando a la siguiente ruta settings>Instrument settings>Pump Power lo cual se coloreará otra vez en amarillo y el flujo empezará a subir.  
d	Posteriormente, a dos minutos aproximadamente, verificar el flujo ajustado según lo indicado en el inciso “c” del ítem 2.4.3 Verificación de flujo” lo cual debe de estar dentro del criterio de aceptación de $\pm 4.1\%$ (error relativo). Cabe precisar que el flujo es obtenido mediante el diferencial de presiones.
e	Repetir el proceso en caso sea necesario hasta que el equipo se encuentre dentro de los criterios de aceptación.
2.4.5	Verificación de aire cero y concentración conocida span
a	Consideraciones previas
a.1	Para realizar la verificación correspondiente de aire cero y concentraciones de span, conectamos el analizador de gases y el sistema de verificación – in situ, según el orden que figura en la siguiente imagen. Usar un filtro de teflón en la línea de muestra antes de que el gas ingrese al analizador.

a.2	Cabe indicar que, la velocidad de flujo en el colector de salida debe ser mayor que el flujo total requerido por el analizador y cualquier otra demanda de flujo conectada al colector.
a.3	La configuración del sistema de verificación/ajuste se detalla a continuación.
b.	Uso del gas patrón
b.1	Revisar que el regulador de gases se encuentre sellado y la válvula general del cilindro se encuentre cerrado.
b.2	Para realizar la prueba de fuga en el cilindro de gas patrón realizar los siguientes pasos: 1. Conectar el sistema regulador de presión al cilindro de gas patrón. 2. Cerrar la válvula de salida del gas (close) y abrir la válvula principal del cilindro de gas patrón (antihorario). 3. De manera inmediata cerrar en sentido horario la válvula principal del cilindro de gas patrón. 4. En un tiempo aproximado de 5 minutos, verificar que la presión del manómetro primario no disminuya, registrando los valores iniciales y finales en el formato PM0313-09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

d.	Configuración del dilutor
d.1	Conectar el cable poder del equipo a un tomacorriente de 220V.
d.2	Encender el equipo y esperar que inicie su sistema.
d.3	Cabe precisar que el dilutor ya viene configurado por la UF-OTEC con el gas patrón a usarse en campo, según precisiones del manual del fabricante.
d.4	Se recomienda revisar la información establecida en el rotulo del cilindro de gas patrón con la configuración realizada en el dilutor. En caso se necesite realizar alguna configuración adicional, referirse al manual del fabricante y con el soporte del personal UF-OTEC.
d.5	Posteriormente se recomienda revisar los valores de concentración de los gases según la secuencia que se va a requerir para realizar la verificación y/o ajuste correspondiente de aire cero y span.
d.6	Luego de haber culminado con la revisión y haber asegurado con las conexiones del sistema de verificación, proceder con la verificación y ajuste necesario.
2.4.6	Verificación de aire cero
a.	Al culminar las configuraciones y conexiones del sistema de verificación/ajuste al analizador de gases, revisar o regular que la presión en el manómetro del generador aire cero se encuentre en 25 psi a 30 psi.
b.	Para iniciar el proceso de verificación de aire cero seleccionar en el dilutor el primer punto de la secuencia (cero) y verificar que la concentración de CO en el analizador empiece a disminuir hasta tener una lectura estable del $\pm 3\%$ del error relativo del rango, en un periodo de tiempo mínimo de 10 minutos o un tiempo mayor en caso retorne de un mantenimiento correctivo.
c.	Si la lectura de CO en el analizador se encuentra dentro del $\pm 3\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable, caso contrario se procederá a realizar el ajuste correspondiente.
d.	Se recomienda realizar el ajuste en casos de que se evidencie que exista un comportamiento anómalo en las concentraciones.
e.	Antes de realizar el ajuste continuar con la verificación en el span.
2.4.7	Verificación de concentración conocida/span
a.	Seleccionar en el dilutor el número de punto del span al 60% del rango y verificar que la concentración de CO en el analizador empiece a subir hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

b.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable, caso contrario se procederá a realizar el ajuste correspondiente.
2.4.8	Ajuste de aire cero
a.	Para realizar el ajuste, seleccionar en el dilutor el número de punto en 0 % (cero) del rango de trabajo.
b.	Para realizar el ajuste de cero en CO, ingresar a la siguiente ruta Calibration>Advanced calibration>Adjust Background y se elige un valor del BKG del CO y presionar la opción “calibrate” hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de 10 minutos. La lectura final debe de estar dentro de $\pm 3.0\%$ (error relativo) del rango. 
2.4.9	Ajuste de concentración conocida / span
a.	Posteriormente, continuamos con el ajuste de Span (80%), ingresando a la siguiente ruta Calibration>Advanced calibration>Adjust Span Coefficient, determinar el coeficiente correspondiente para tener una concentración de Span definido. Luego presionar la opción “calibrate” hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos o cuando se establezca las lecturas en el display del analizador. 
b.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

c.	Al culminar de realizar el ajuste en span al 80% del rango, inyectar aire cero durante aproximadamente 10 minutos y continuar con la verificación multipunto
2.4.10	Verificación Multipunto
a	Solo se realizará la verificación multipunto, siempre y cuando se haya realizado ajustes en cero o span.
b	Para realizar la verificación Multipunto, seleccionar las concentraciones de CO en el dilutor la siguiente secuencia 80%, 60%, 40%, 20% y 0%, y posteriormente verificar que la concentración en el analizador empiece tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos.
c	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, y la curva de calibración multipunto presente una pendiente entre 0.9 -1.1, con un coeficiente de correlación ≥ 0.995 entonces la prueba será aceptable.
d.	Graficar la curva de verificación multipunto.
e.	En caso de que la pendiente y el coeficiente de correlación se encuentren fuera del criterio de aceptación, realizar nuevamente el ajuste.
2.4.11	Determinación del tiempo de residencia del gas en el sistema
Para determinar el tiempo de residencia del gas en el sistema registrar los siguientes datos en el Anexo 2 "Determinación del tiempo de residencia para analizadores automático de gases" del formato PM0313-F09 "Verificación y ajuste de analizadores automático de gases":	
a.	Sección 1 - sonda cuello de ganzo: Registrar desde le entrada de muestra del ambiente hasta la entrada de gas al manifold el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
b.	Sección 2 - Manifold: Registrar desde la entrada de gas al manifold hasta la salida final del gas del manifold el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
c.	Sección 3 - Gas: Registrar desde la salida final del gas del manifold hasta la entrada al analizador de gases el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

d.	Luego de registrar los datos de cada sección de toda la línea de muestreo, se calculará el tiempo de residencia por cada sección usando la siguiente formula: Cálculo del tiempo de residencia = $\frac{3.14(Di^2) \times Longitud \times 0.015}{Flujo}$ <i>Nota.</i> Formula recomendada por el EPA en el Anexo F del Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program (2017).
e.	Luego de calcular el tiempo de residencia de cada sección se suma las 3 secciones y se obtendrá el tiempo de residencia total.
f.	La prueba es aceptable solo si el tiempo de residencia de toda la línea de muestreo es menor o igual a veinte (20) segundos.
2.4.12	Consideraciones finales
a.	Al finalizar cada una de las verificaciones y ajustes se debe de registrar los datos en el Formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases.
b.	Luego de culminar el registro subir la documentación al registro PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” ingresando en la siguiente ruta: https://desarrollo.oefa.gob.pe/deam/stec/bitacora02/ ⁴ , como archivo adjunto.
c.	Los criterios y frecuencia de la verificación, ajuste y mantenimiento preventivo de campo del equipo se detallan en el Anexo 1 del presente instructivo.
d.	En caso existiera alarmas recurrentes durante el proceso de verificación de parámetros operacionales éstas deberán ser informadas inmediatamente al jefe inmediato y comunicadas a la UF-OTEC para recibir el soporte correspondiente, a su vez deberá ser registrado en el formato PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” por el Operador de ensayo encargado.
e.	En caso de que el equipo estuviera fuera de los criterios de aceptación en el ajuste y/o verificación (Anexo 1), presente algún incidente y/o fallas, datos anómalos o atípicos, antes o durante del periodo de medición, informar al jefe inmediato para que envíe un correo al área de la UF-OTEC detallando lo sucedido y la solicitud de reemplazo de equipo, para que dicha área genere el requerimiento interno de equipos en el plazo más corto posible.

⁴ Para ingresar al PM0313-F39 solicitar la creación de usuario y contraseña al Responsable Técnico de calidad de aire

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

f.	Posterior a ello el personal del área de la UF-OTEC, procederá según el ítem 5.5 del Instructivo I-DEAM-PM0312-04 “Mantenimiento rutinario de Equipos”
----	--

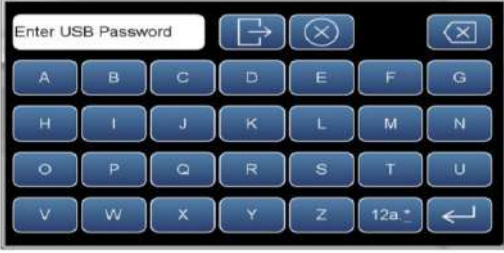
2.5. Instalación y Puesta en funcionamiento

2.5.1	Puesta en funcionamiento
a.	Luego de culminar las verificaciones y/o ajustes correspondientes en el analizador automático de gases, continuar con la puesta en funcionamiento.
b.	Asegurar la conexión de la línea de muestreo de material de teflón a la entrada “sample” (muestra) y la conexión del “exhaust” a un ducto de la salida de la caseta.
c.	Asegurar la conexión de cable de energía.
d.	Asegurar las conexiones de red para la transmisión de los datos.
e.	En caso el manifold cuente con una bomba de succión asegurarse que se encuentre en funcionamiento.
f.	Verificar finalmente que la temperatura de la caseta se encuentre dentro del rango 20°C a 30 °C de temperatura.
g.	Cubrir los conectores del <i>manifold</i> que no se usen.
h.	Anotar la información de muestreo precisada en el formato PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” según el I-DEAM-PM0313-25 Instructivo de ensayos de campo de calidad de aire.
i.	Evaluar la consistencia de los datos registrados por el equipo, luego de la verificación y ajuste del analizador automático de gases.

2.6. Descarga de datos

2.6.1	Descarga de datos a USB
a.	Para realizar la descarga de datos a la unidad de USB, conectar la unidad USB en la parte frontal del equipo e ingresar a la siguiente ruta Home Screen>Settings> USB Drive>Download Data To USB Drive , lo cual solicitará ingresar una contraseña el cual es proporcionada por el área de la UF-OTEC y presionar Aceptar (Ok).

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	 
b.	Para obtener la descarga del registro de datos muestreados por el equipo presionar la opción de Descargar el registro de datos según corresponda (Download Entire Data Log) o Descargar todos los datos (Download All Data).c 
c.	Al presionar cualquiera de las dos opciones el equipo mostrará un mensaje “descargando datos” y comenzará a transferir los datos a la unidad USB. <i>Nota: No retirar la unidad USB mientras se descargan los datos.</i>
d.	Cuando se complete la descarga de datos, el equipo mostrará el mensaje “Éxito” (Success!) y a su vez muestra el nombre del archivo tal como está almacenado en la unidad USB. Cabe indicar que, el formato del nombre del archivo es el número de serie del instrumento, el nombre de la descarga, seguido fecha y hora.
e.	Al culminar la descarga retirar la unidad USB y seleccionar el botón aceptar.

2.7. Mantenimiento preventivo en campo

Entiéndase por mantenimiento preventivo de campo a actividades que no impliquen operaciones invasivas o desarmado de partes delicadas o importantes en los equipos, estas actividades pueden ser limpieza externa e interna, cambios de filtro, etc, con el objetivo de prevención y prolongación de vida útil del equipo y mejora en la confiabilidad operativa.

Las frecuencias recomendadas para estas tareas pueden variar dependiendo del nivel de concentración de los contaminantes atmosféricos en la ubicación donde opera el equipo.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.7.1	Cambio de Filtro (Mensual o cuando amerite)
a.	Desconectar el porta filtro de la entrada del manifold y el analizador.
b.	Desenroscar el porta filtro y mediante guantes de nitrilo realizar el cambio del filtro (teflón).
c.	Volver a enroscar y asegurar el porta filtro, y lo reinstalar como estaba inicialmente.
2.7.2	Limpieza de filtro del cooler del analizador (Mensual o cuando amerite)
a.	Retirar el filtro (esponja) que se encuentra ubicado en la parte externa del soporte del cooler del analizador.
b.	Lavar la esponja con agua, exprimir y dejar secar.
c.	Cuando la esponja ya se encuentre seca, ensamblar y reinstalar nuevamente.
2.7.3	Limpieza del manifold (Mensual o cuando amerite)
a.	Deshabilitar o apagar la bomba de succión del manifold, si es que hubiera.
b.	Realizar la limpieza interna del manifold mediante una escobilla flexible de cerdas de nilón o similar con agua, y por la parte externa de igual manera.
c.	Una vez terminada la limpieza, secar inyectando aire a una presión baja en la parte interna y externa.
d.	Posteriormente, colocar las conexiones a su posición original.
Al culminar todos los mantenimientos preventivos en campo, esperar un tiempo aproximado de diez (10) minutos para continuar con la medición.	

2.8. Desinstalación y desmontaje de equipos y accesorios

Apagar el equipo y desconectar todas las instalaciones realizadas y accesorios con cuidado. Desmontar todos los accesorios que dispone el equipo y guardarlos en sus respectivas maletas o cajas, para su transporte y almacenamiento.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Anexo 1

Criterios de aceptación y frecuencia requerida para la verificación, ajuste y mantenimiento preventivo en campo

Variable		Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
Estado de limpieza		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente o cuando amerite, luego de instalado el equipo.	Visual	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Prueba de Fugas		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo.	0 L/min <180 mmHg	N.A.	Manual del fabricante
Flujo		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo. 3. Si el flujo visualizado es mayor al $\pm 20\%$ del flujo inicial.	$\pm 4.1 \%$ (error relativo)		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Aire Cero	NO ₂	1. Al inicio de la operación de la estación	$\pm 3 \%$ (error relativo) del rango		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
	SO ₂	2. Semanalmente, luego de instalado el equipo			
	CO	1. Al inicio de la operación de la estación y después de cada periodo de muestreo. 2. Diario (si se usa continuamente)			
Span	NO ₂	1. Al inicio de la operación de la estación 2. Semanalmente, luego de instalado el equipo	$\pm 2.1 \%$ (error relativo) para un solo punto Span correspondiente al 60% del rango.	$\pm 2.1 \%$ (error relativo) para un punto Span correspondiente al 80% del rango.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (verificación) NTP ISO 7996:2019 (Ajuste)

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Variable		Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
	SO ₂		± 2.1 % (error relativo) para un solo punto Span correspondiente al 60% del rango.	± 2.1 % (error relativo) para un punto Span correspondiente al 80% del rango.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (verificación) NTP ISO 10498:2017(revisado 2022) (Ajuste)
	CO	1. Al inicio de la operación de la estación y después de cada periodo de muestreo. 2. Diario (si se usa continuamente)	± 2.1 % (error relativo) para un solo punto Span correspondiente al 80% del rango.	± 2.1 % (error relativo) para un punto Span correspondiente al 80% del rango.	NTP ISO 4224:2019 (Porcentaje de concentración generada ajuste y verificación) Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (Criterio de aceptación).
Verificación Multipunto	CO, NO ₂ , SO ₂	Luego de realizar el ajuste.	Pendiente: 0.9 - 1.1 coeficiente de correlación: ≥ 0.995	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Verificación del convertidor de NO ₂		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Anualmente, antes de la calibración. 3. Después de un mantenimiento correctivo.	Eficiencia > 95%	N.A.	NTP-ISO 7996:2019 Aire ambiental. Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno. Método de quimioluminiscencia
Tiempo de residencia		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Anualmente, antes de la calibración. 3. Después de un mantenimiento.	<20 segundos	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.

* Los criterios de aceptación están basados en el criterio más exigente precisado en el Manual, Método o Norma de referencia citado en la presente tabla.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo del analizador automático de gases de Dióxido de Azufre (SO₂) modelo 43i

I. OBJETIVO

Establecer las acciones para la instalación, verificación, uso y mantenimiento preventivo en campo del analizador automático de gases, marca Thermo Scientific, modelo 43i, para la determinación de Dióxido de Azufre (SO₂) del aire ambiente.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Consideraciones preliminares

El/La operador/a de ensayos de calidad de aire debe considerar los siguientes criterios:

- a. Para la instalación y uso del equipo, considerar los criterios y requisitos técnicos establecidos en el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire”¹, NTP-ISO 10498:2017² y/o de acuerdo con lo establecido en el Manual del fabricante³.
- b. En la recepción de los equipos el/la Operador/a de ensayo deberá de revisar e inspeccionar en las instalaciones de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (en adelante, **UF-OTEC**), antes de la salida a campo que todos los accesorios y herramientas se encuentren completos usando el formato PM0309-F01 “Lista de verificación para equipos” así como dar conformidad al formato PM0309-F07 Verificación operacional de analizadores automáticos de gases, ejecutado por la UF-OTEC.
- c. El mantenimiento preventivo y correctivo, así como las configuraciones necesarias, verificaciones y ajustes del analizador es ejecutado por la UF-OTEC de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- d. El Gestor de ensayo de calidad de aire, es el responsable de hacer cumplir el presente documento.
- e. El Operador de ensayo de calidad de aire, es el responsable del correcto cumplimiento de lo establecido en el presente instructivo y usar la documentación vigente.

¹ Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM.

² NTP-ISO 10498:2017 (revisada el 2022). “Aire Ambiental. Determinación de dióxido de azufre. Método de fluorescencia ultravioleta”

³ Model 43i Instruction Manual. Pulsed Fluorescence SO₂ Analyzer Part Number 101589-00. 14Jan2008.

2.2. Descripción del equipo

El Analizador consta de las siguientes partes y equipos:

Figura 1. Partes del Analizador Automático (Vista posterior)

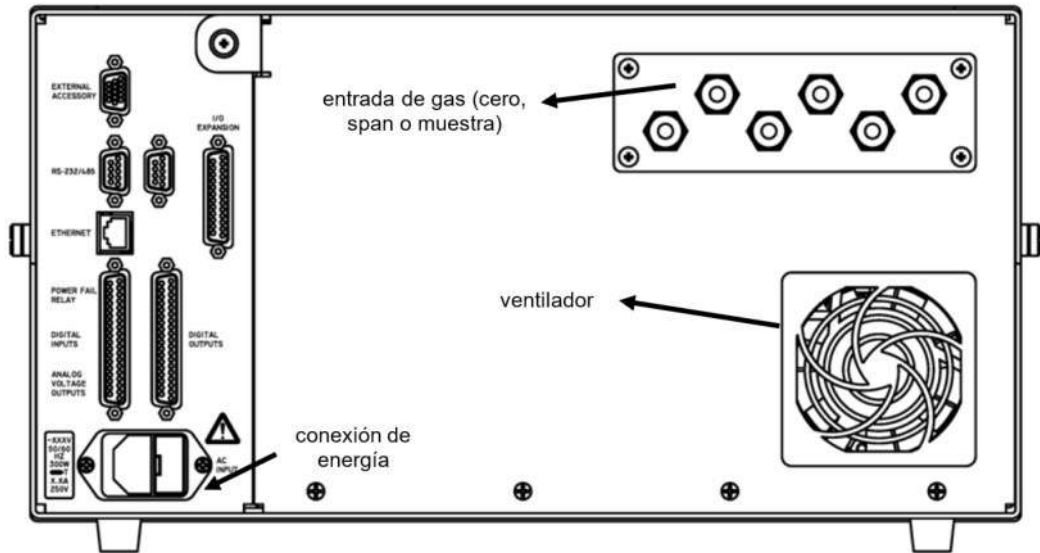
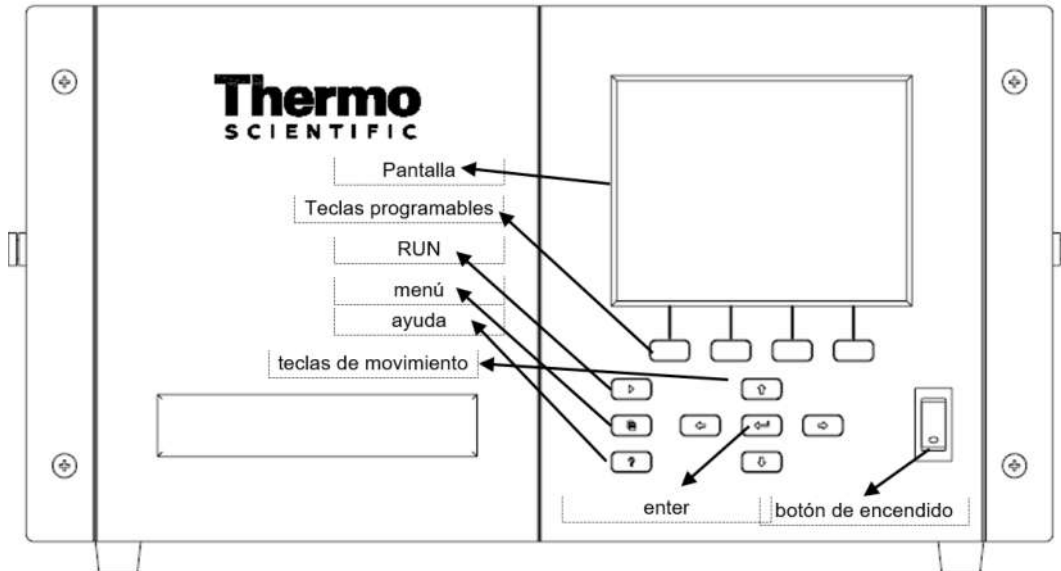


Figura 2. Partes del Analizador Automático (Vista frontal)

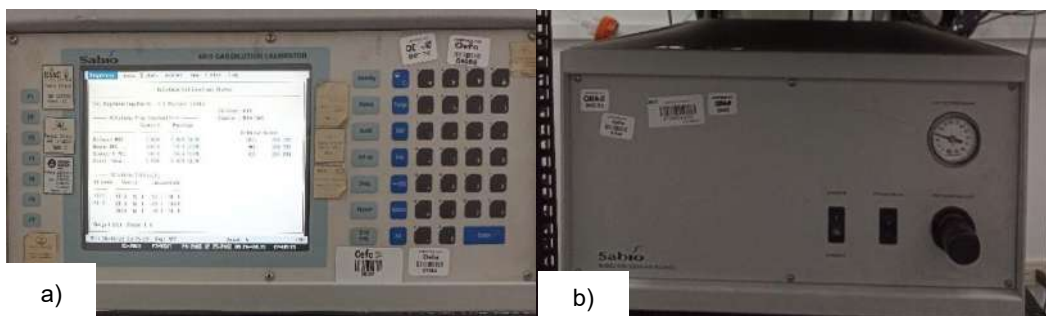


 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 3. a) caseta portátil, b) caseta móvil, c) caseta fija



Figura 4. a) calibrador por dilución de gases, b) generador de aire cero



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 5. Partes del balón de gas patrón



Figura 6. Calibrador de Flujo marca Mesalab modelos Defender y modelo BGI tetraCal

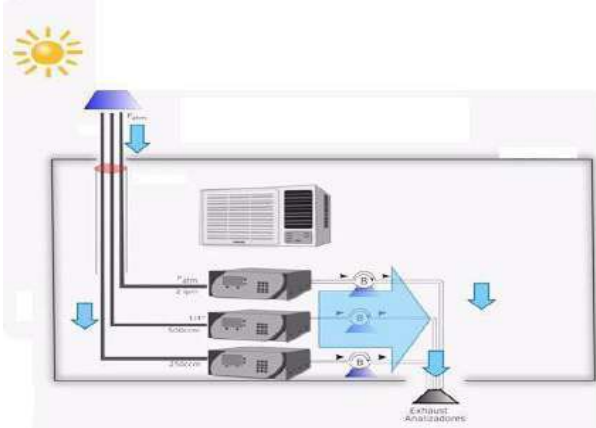


Figura 7. Termohigrómetro - VAISALA



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.3. Armado del equipo y configuración

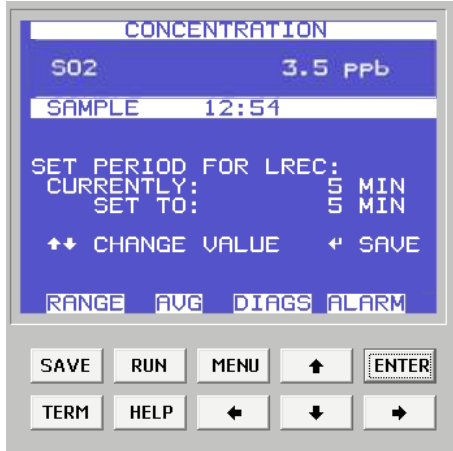
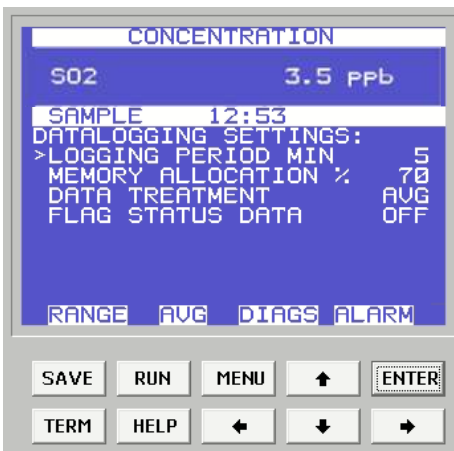
2.3.1	Armado y encendido
a.	Antes de la instalación del analizador de gases se debe de considerar los criterios técnicos precisados en el instructivo I-DEAM-PM0313-25 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de aire”.
b.	Montar el analizador de gases de manera horizontal en una bandeja de aluminio en el interior de una caseta cerrada (shelter). Esta caseta debe contar con un equipo de aire acondicionado y/o calefacción según aplique que permita mantener la temperatura al interior de la caseta (portátil, fija o móvil) entre 20°C y 30°C.
c.	Encender el aire acondicionado y/o calefacción según aplique, setear y configurar a una temperatura ambiental de 25°C $\pm$ 5°C antes de la instalación del analizador de gases, y esperar un tiempo aproximadamente de 10 minutos hasta que las condiciones ambientales internas del shelter se estabilice. 
d.	Conectar el analizador de gases a un tomacorriente a un voltaje de 220 V y una frecuencia de 60 hertz; la energía eléctrica deberá ser de la red o proporcionada de un generador eléctrico, luego será rectificada mediante un Uninterruptible Power Supply (UPS) el mismo que servirá de respaldo en posibles fluctuaciones o cortes de energía eléctrica. <i>Nota.</i> El analizador de gases se suministra con un cable de conexión a tierra de tres hilos. En ninguna circunstancia se debe anular este sistema de puesta a tierra.
e.	Encender el analizador de gases y esperar un tiempo mínimo de 120 minutos y/o desaparezcan las alarmas, para que se estabilicen los parámetros de funcionamiento.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

f.	Durante el tiempo que el analizador de gases se está estabilizando, revisar y/o realizar las configuraciones de fecha y hora del analizador, parámetros de medición, rangos de operación, intervalos de tiempo de registro y otras configuraciones necesarias. Asimismo, luego de los ciento veinte (120) minutos mínimos de estabilización, proceder a realizar las verificaciones y ajustes correspondientes.
2.3.2	Configuración del analizador
	A continuación, se detalla las configuraciones necesarias para el funcionamiento y medición de analizador, por lo que no deberán de ser modificadas luego del inicio del muestreo, a excepción que se realicen actividades de verificaciones y/o ajustes necesarios, incidencias que pudieran ocurrir (cortes de luz, mantenimientos, etc). Antes de iniciar con el periodo de muestreo, revisar que las configuraciones realizadas por el personal de la UF-OTEC se hayan realizado correctamente, caso contrario actualizarlas.
a.	Configuración de fecha y hora del analizador
a.1	Revisar que la fecha y hora del analizador se encuentre actualizada en tiempo real, ingresando a la siguiente ruta Menu ()>Instrument Control>Date/Time, en caso no esté en tiempo real, presionar el botón  (enter), y con ayuda del botón () elegir la fecha (día, mes, año), hora (hh:mm:ss) y actualizar el valor con los botones ( ). Para guardar los cambios presionar el botón  (enter), y regresar a la pantalla principal con el botón ().  

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.

La integridad del documento y la autoridad de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

b.	Configuración de intervalo de registro de datos:
b.1	Para la configuración del intervalo de registro de datos, ingresar a la siguiente ruta Menu>Instrument Control>DataLogging Settings>Configure DataLogging> Logging Period Min; actualizar o definir con los botones ( ) el periodo de registro de datos en 5 minutos, guardar los cambios presionando el botón  (enter), y regresar a la pantalla principal con el botón (). 
b.2	Para configurar el tiempo promedio de visualización de los valores de concentración de SO₂ en la pantalla digital del analizador ir a la siguiente ruta Menu>Averaging Time y seleccionar como tiempo promedio 60 segundos. Luego guardar los cambios presionando el botón  (enter), y regresar a la pantalla principal con el botón ().  <i>Nota.</i> Al realizar verificaciones y/o ajustes en cero/span, considerar el tiempo promedio en 300 segundos (tiempo máximo del analizador).

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
La integridad del documento y la autoridad de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

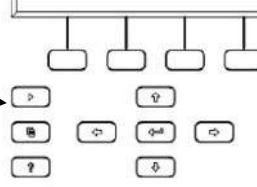
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

c.	Configuración del registro de variables de medición Revisar que la configuración del registro de los variables de medición este completa y sea la correcta por lo que se debe ir a la siguiente ruta: Menu>Instrument Control>DataLogging Settings>Select Content y en caso falte alguna variable en el campo “field X: None” seleccionar con el botón () y añadir/cambiar con el botón ↵ (enter). Luego seleccionar others measurement/Concentrations para actualizar las variables. Guardar los cambios ingresando a la opción “Commit Content”. Posteriormente apagar el analizador y encenderlo nuevamente, para que se termine de aplicar los cambios.   Las variables mínimas que debe de contar el analizador de gases son: - SO2 - HI SO2 - INTT - RCTT - PGAST - PRES - SMPLFL - PMTV - LMPV
----	--

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	- LMPI <i>Nota.</i> Al quitar o añadir una variable, inicia una nueva data de registro y se elimina toda la data anterior.
d.	Configuración de rangos de operación
d.1	Para establecer el rango de trabajo ingresar a la siguiente ruta Menú>Range>Range y mediante los botones de movimiento ( ) establecer el rango de trabajo de acorde al certificado de calibración (ejemplo rango máximo 500 ppb), posteriormente presionar ↵ (enter) para guardar y regresar a la pantalla principal con el botón ().  
e.	Configuración de la entrada de gas en el analizador.
e.1	Para las acciones de muestreo, verificación y/o ajuste cambiar la entrada de gas de sample (muestreo) a cero ó span en caso el analizador de gases cuente con la configuración, presionar el botón ► (Run): - Sample: Se configura para que el analizador mida la muestra del ambiente. Si se continúa presionando el botón ► (RUN), aparecerán las siguientes opciones: - Cero: Se configura para realizar la verificación y/o ajuste de aire cero; al seleccionar esta opción el analizador se configura en modo cero. - Span: Se configura para realizar la verificación y/o ajuste del span; al seleccionar el analizador se configura en modo span. <i>Nota.</i> Se advierte duramente el periodo el periodo de muestreo el Operador de ensayo debe de asegurarse que la opción de entrada de gas se encuentre en “sample”.

Run



f. Configuración de las unidades de la concentración

Para realizar la configuración de las unidades de la concentración de SO₂ ir a la siguiente ruta **Menú>Range> Gas Units** y mediante los botones de movimiento () establecer las unidades en ppb, posteriormente presionar (enter) para guardar y regresar a la pantalla principal con el botón ().

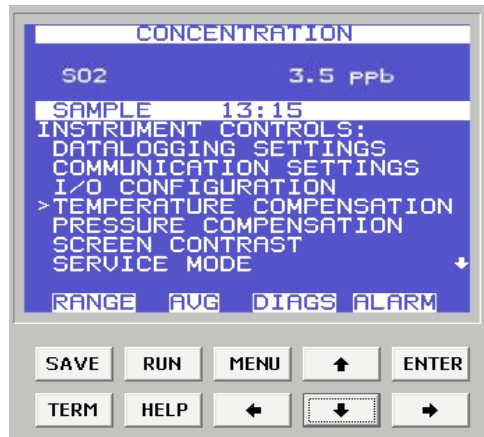
f.1



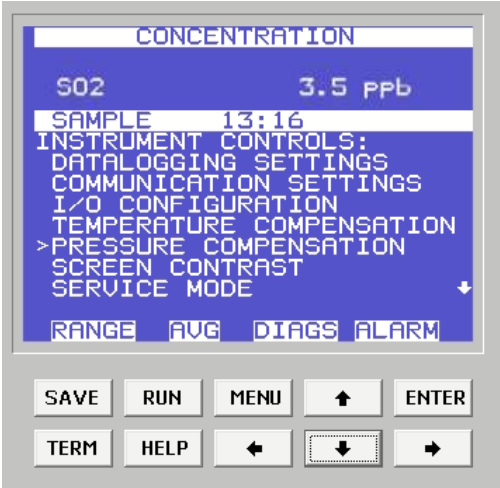
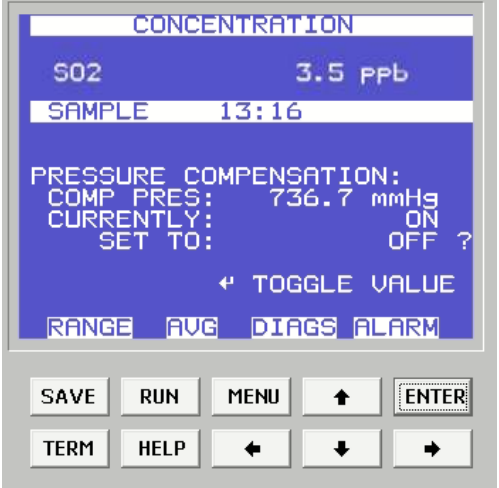
g. Configuración de compensación de temperatura y Presión

Ingresar a la siguiente ruta **Menu>Instrument Controls>Temperature Compensation** y habilitar (ON) la opción de “Temperature Compensation” con la tecla (enter) y regresar a la pantalla principal con el botón ().

g.1



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

g.2	Ingresar a la siguiente ruta Menu>Instrument Controls>Pressure Compensation y <u>habilitar</u> la opción de “Pressure Compensation” con la tecla ↵ (enter) y regresar a la pantalla principal con el botón (▶).  
h.	Configuración del analizador automático para transmisión por telemetría
h.1	En caso se necesite realizar la transmisión de los datos de las mediciones ambientales de manera remota (telemetría), deberá de ser realizado según las consideraciones del I-DEAM-PM0313-34 Instructivo de Implementación y transmisión de información mediante el Sistema de Telemetría en las estaciones de monitoreo ambiental, por lo que para realizar la configuración del analizador se debe de ingresar a la siguiente ruta Menú>Instrument Controls>Comunication Settings>TCP/IP Settings deshabilitar la opción “DHCP” y colocar la configuración de IP (ejemplo: 192.168.1.XX) que será proporcionado por el Responsable Técnico de Calidad de Aire, y con ayuda del botón (◀▶) elegir el campo y actualizar el valor con los botones (⬆⬇). Para guardar los cambios presionar el botón ↵ (enter), y regresar a la pantalla principal con el botón (▶).

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificaciones.
La integridad del documento y la autoridad de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

	 
h.2	Luego de configurar el IP, ingresar a la opción de Menú>Instrument Controls>Communication Settings>Communication Protocol, seleccionar la opción de CLINK, y presionar el botón ↵ (enter), y regresar a la pantalla principal con el botón (▶).  
h.3	Las variables que se transmitirán según el Protocolo de comunicación CLINK como mínimo son: - Flags - Conc SO₂ - Presión - Flujo - Temperatura interna - Temp de Camara Reacción

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

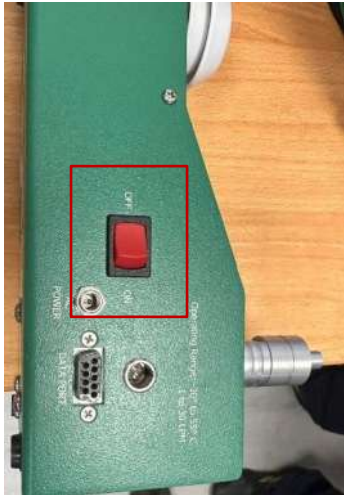
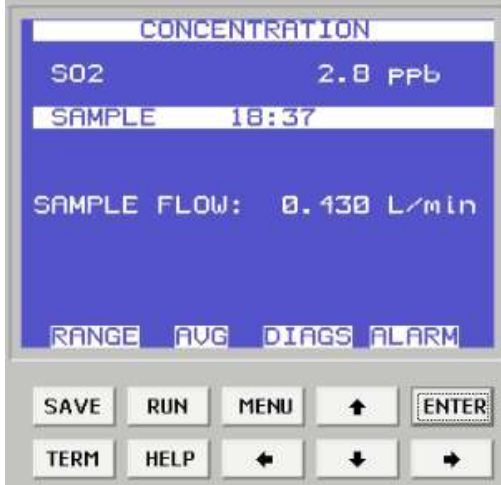
	- PMT Voltaje - Lámpara Voltaje - Lámpara intensidad
--	--

2.4. Verificación y/o ajuste del analizador automático de gases

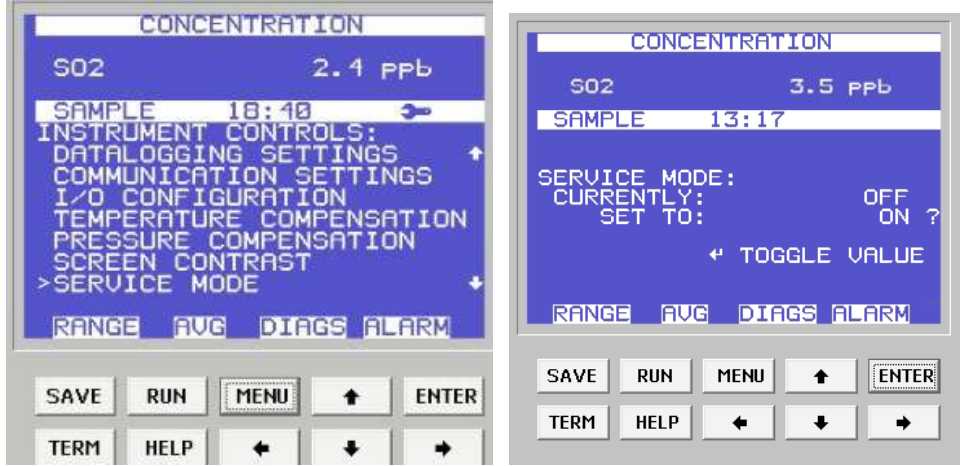
Luego de que el analizador se encuentre configurado, proceder con las siguientes verificaciones en las frecuencias establecidas en el Anexo 1, antes de completar la instalación.

2.4.1	Verificación del estado de parámetros operacionales
a.	Luego de haber transcurrido los 120 minutos de estabilización como mínimo, registrar en el formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizador automático de gases, la información del equipamiento, las condiciones ambientales internas de la caseta (fija, móvil o portátil) inicial (antes de la verificación) y final (después de la verificación), el rango máximo de trabajo y luego proceder a realizar la verificación del estado de parámetros operacionales del analizador automático de gases, evaluando si es conforme o no, antes de iniciar las verificaciones y/o ajustes, y al culminar el proceso de las verificaciones y/o ajustes, dependiendo del valor que figura en el analizador de gases.
b.	En caso hubiera alguna alarma presente, o algún parámetro se encuentre fuera del rango, realizar los ajustes necesarios para corregirlo. Si la alarma persiste o no se pudiera corregir, realizar las acciones según lo precisado en el inciso “e” del “Ítem de consideraciones finales”.
2.4.2	Verificación prueba de fuga
a.	Antes de empezar con las verificaciones realizar la prueba de fuga, para lo cual se deberá taponear la toma de muestra “sample” del analizador de gases.
b.	Ingresar a la siguiente ruta Menú>Diagnostic>Flow y en un periodo de cinco (5) minutos aproximadamente verificar que el flujo oscile en 0 L/min y en la ruta Menú>Diagnostic>Presión verificar que la presión se encuentre menor a 180 mmHg.

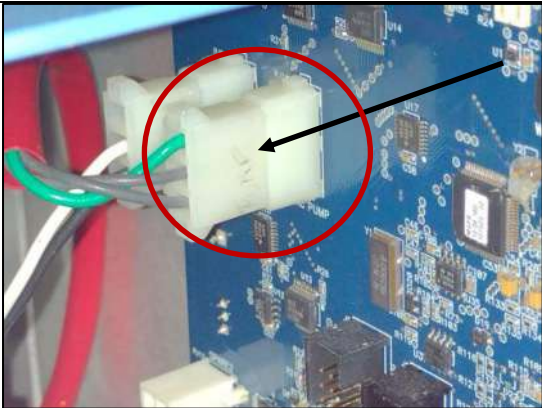
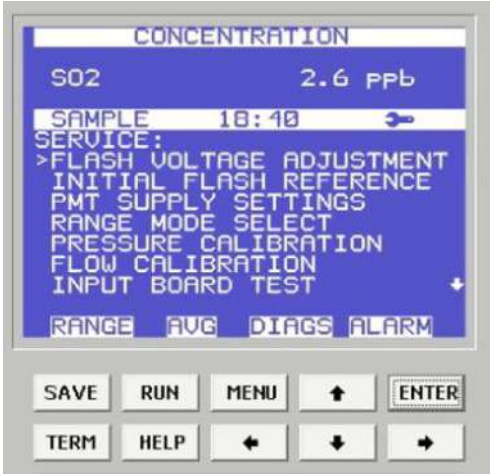
	
c.	En caso la prueba no sea conforme, identificar la fuga y repetir el proceso nuevamente.
d.	En caso el flujo sea 0 y la presión sea mayor a 180 mmHg, o al contrario, informar al jefe inmediato y proceder según el inciso “e” del “ ítem de Consideraciones finales ”.
2.4.3	Verificación de flujo
a.	Para realizar la verificación de flujo y se use el verificador de flujo marca Mesalab modelo Defender, encender el equipo verificador de flujo presionando el botón  por unos segundos hasta que el equipo encienda, y mediante el botón “enter” seleccionar la opción “measure”. Luego seleccionar la opción “single” para leer un flujo de manera única ó “continue” para realizar la lectura de flujo de manera continua y automática.   <i>Nota.</i> Se recomienda usar el calibrador de flujo, energizándolo directamente con su fuente de alimentación de energía, puesto que la batería interna tiene un tiempo de vida, y no sea suficiente para que el equipo funcione correctamente. A su vez se debe de posicionar el equipo en una superficie plana

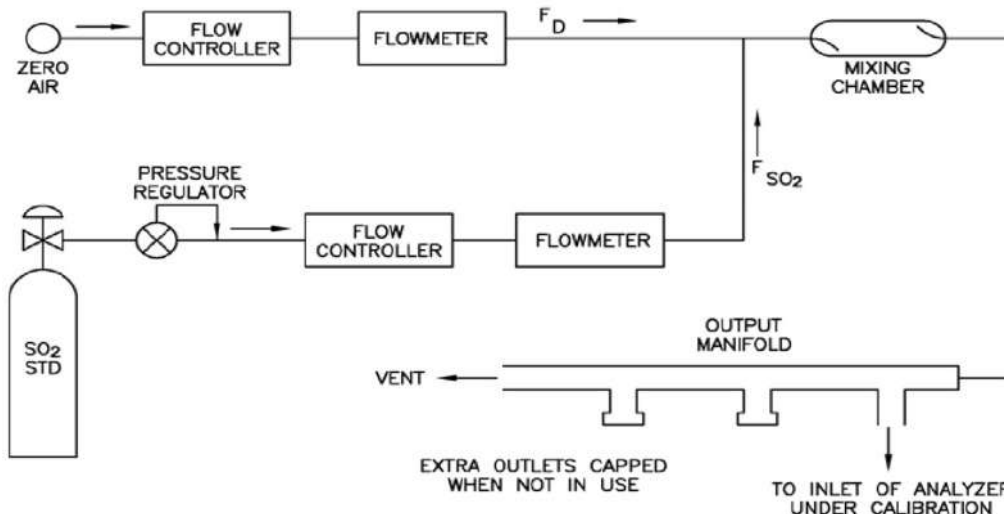
b.	Para realizar la verificación de flujo y se use el verificador de flujo marca Mesalab modelo BGI - Tetracal, encender el equipo verificador de flujo presionando el interruptor posterior derecho (ON/OFF), colocar el venturi más largo N° 132/3 (Rango: 0.1 lpm a 1.2 lpm) e insertar el adaptador para manguera.		
			
	botón de encendido	imagen frontal	venturis
c.	Verificación 1: Posteriormente para realizar la verificación de flujo, se debe conectar el verificador de flujo en la entrada de muestra “sample” del analizador y el otro extremo en la entrada del verificador de flujo. Luego ingresar a la siguiente ruta: Menú>Diagnostic>Flow, para visualizar el flujo del analizador y compararlo con el valor que se visualiza en el equipo verificador lo cual debe de estar dentro del criterio de aceptación $\pm 4.1\%$ (error relativo).		
			
	<i>Nota.</i> Para el caso del equipo verificador de flujo marca Mesalab modelo BGI Tetracal, registrar el caudal ambiental (Qa).		

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
La integridad del documento y la autoridad de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

d.	En caso de que el flujo del analizador se encuentre fuera del criterio de aceptación, realizar el ajuste activando el modo servicio desde la siguiente ruta Menu> Instrument Control>Service Mode>ON (continuar con el numeral 2.4.4 Ajuste de Flujo). 
e.	Verificación 2: En caso de que el flujo de muestreo se ha modificado más del $\pm 20\%$ del valor inicial, verificar la saturación del filtro de partículas incorporado, para ello se conecta una manguera en un extremo del verificador de flujo, y el otro extremo en la manguera antes de la entrada del portafiltro (manguera que va al manifold). Luego ingresar a la siguiente ruta: Menú>Diagnostic>Flow, para visualizar el flujo del analizador y compararlo con el valor que se visualiza en el equipo verificador lo cual debe de estar dentro del 5%.
f.	Si en la verificación 2 el flujo supera el 5%, reemplazar el filtro.
g.	Registrar en el formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizadores automático de gases los factores de cero y span, antes de la verificación de flujo (inicial) y luego del ajuste de flujo (final) ingresando en la siguiente ruta Menu>Service>Flow Calibration.
2.4.4	Ajuste de flujo
a.	Para ajustar el flujo en un valor cero, quitar la tapa superior del analizador y “desconectar la fuente de alimentación de energía de la bomba”, ingresar a la ruta Menu>Service>Flow Calibration>Calibrate Flow CERO, e insertar el valor real de flujo del patrón en la opción “SET TO” del analizador. Esperar que el valor se estabilice hasta llegar a 0.000 L/min.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	 Nota. Este proceso de ajuste de flujo en cero solo será realizado por el personal autorizado o personal de la UF-OTEC.
b.	Posteriormente luego de activar el modo servicio ingresar a la siguiente ruta Menu>Service>Flow Calibration>Calibrate Flow SPAN para ajustar el flujo en un valor span e insertar el valor real de flujo del patrón en la opción “SET TO” del analizador. Esperar que el valor se establezca y verificar posteriormente que este dentro del criterio de aceptación de ± 4.1 % (error relativo).  
c.	Luego de realizar el ajuste de flujo, registrar los factores de calibración de span y cero ingresar en la siguiente ruta Menu>Service>Flow Calibration .
2.4.4	Verificación de aire cero y concentración conocida span
a.	Consideraciones previas
a.1	Para realizar la verificación/ajuste correspondiente de aire cero y concentraciones de span, conectar el analizador de gases y el sistema de verificación/ajuste in situ, según el orden que figura en la siguiente imagen. Usar un filtro de teflón en la línea de muestra antes de que el gas ingrese al analizador.



a.2

Cabe indicar que la velocidad de flujo en el colector de salida (dilutor) debe ser mayor que el flujo total requerido por el analizador y cualquier otra demanda de flujo conectada al colector (dilutor).

a.3

Para la instalación del sistema de verificación/ajuste seguir los siguientes pasos que se detalla a continuación.

b.

Uso del gas patrón

b.1

Revisar que el regulador de gases se encuentre sellado y la válvula general del cilindro se encuentre cerrado.

b.2

Para realizar la prueba de fuga en el cilindro de gas patrón realizar los siguientes pasos:

1. Conectar el sistema regulador de presión al cilindro de gas patrón.
2. Cerrar la válvula de salida del gas (close) y abrir la válvula principal del cilindro de gas patrón (antihorario).
3. De manera inmediata cerrar en sentido horario la válvula principal del cilindro de gas patrón.
4. En un tiempo aproximado de 5 minutos, verificar que la presión del manómetro primario no disminuya, registrando los valores iniciales y finales en el formato PM0313-09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases.

		
b.3	Completar la conexión de todo el sistema de verificación/ajuste (cilindro – dilutor – generador de aire cero – analizador automático de gases).	
b.4	Posteriormente realizar una verificación de fugas con el sistema de verificación/ajuste según los pasos, con el sistema apagado: 1. Abrir la válvula de salida del gas (open) y abrir la válvula principal del cilindro de gas patrón. (antihorario). 2. De manera inmediata cerrar en sentido horario la válvula principal del cilindro de gas patrón. En un tiempo aproximado de 5 minutos, verificar que la presión del manómetro primario no disminuya, registrando los valores iniciales y finales en el formato PM0313-09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases.	
b.5	En caso exista fuga, identificarlo y repetir los anteriores pasos hasta que la prueba sea aceptable.	
c.	Configuración del generador de aire cero	
c.1	Conectar el cable poder del equipo a un tomacorriente de 220V.	
c.2	Encender el equipo de generador de aire cero, y esperar que caliente a una temperatura según lo establecido en el manual del fabricante en un tiempo mínimo de diez (10) minutos.	
c.3	Verificar que el manómetro del generador de aire cero se encuentre dentro de los 25 psi a 30 psi. En caso no llegue a esta presión, asegurar que no existan fugas en el sistema de conexión hacia el dilutor.	
d.	Configuración del dilutor	
d.1	Conectar el cable poder del equipo a un tomacorriente de 220V.	
d.2	Encender el equipo y esperar que inicie su sistema.	

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

d.3	Cabe precisar que el dilutor ya viene configurado por la UF-OTEC con el gas patrón a usarse en campo, según precisiones del manual del fabricante.
d.4	Se recomienda revisar la información establecida en el rotulo del cilindro de gas patrón con la configuración realizada en el dilutor. En caso se necesite realizar alguna configuración adicional, referirse al manual del fabricante y con el soporte del personal UF-OTEC.
d.5	Posteriormente se recomienda revisar los valores de concentración de los gases según la secuencia que se va a requerir para realizar la verificación y/o ajuste correspondiente de aire cero y span.
d.6	Luego de haber culminado con la revisión y haber asegurado con las conexiones del sistema de verificación, proceder con la verificación y ajuste necesario.
2.4.6	Verificación de aire cero
a.	Al culminar las configuraciones y conexiones del sistema de verificación/ajuste al analizador de gases, revisar o regular que la presión en el manómetro del generador aire cero se encuentre en 25 psi a 30 psi.
b.	Para iniciar el proceso de verificación de aire cero seleccionar en el dilutor el primer punto de la secuencia (cero) y verificar que la concentración de SO ₂ en el analizador empiece a disminuir hasta tener una lectura estable del $\pm 3\%$ del error relativo del rango, en un periodo de tiempo mínimo de 10 minutos o un tiempo mayor en caso retorne de un mantenimiento correctivo.
c.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 3\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable, caso contrario se procederá a realizar el ajuste correspondiente.
d.	Se recomienda realizar el ajuste en casos de que se evidencie que exista un comportamiento anómalo en las concentraciones.
e.	Antes de realizar el ajuste continuar con la verificación en el span.
2.4.7	Verificación de concentración conocida/span
a.	Seleccionar en el dilutor el número de punto del span al 60% del rango y verificar que la concentración en el analizador empiece a subir hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos.
b.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable, caso contrario se procederá a realizar el ajuste correspondiente.

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias. La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.4.8	Ajuste de aire cero
a.	Para realizar el ajuste, seleccionar en el dilutor el número de punto en 0 % (cero) del rango de trabajo.
b.	Para el ajuste del cero, ingresar en la siguiente ruta Menu> Calibration factors>SO₂ Bkg>SO₂ Background colocar coeficiente respectivo y presionar la opción ↵ (enter), y posteriormente inyectar aire cero, hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos. La lectura final debe de estar dentro de $\pm 3.0\%$ (error relativo) del rango. 
c.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 3.0\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable.
2.4.9	Ajuste de concentración conocida / span
a.	Posteriormente, continuar con el ajuste de span, seleccionando en el dilutor la secuencia correspondiente al span 80% del rango de trabajo precisado en el certificado de calibración. Ingresar a la siguiente ruta Menu> Calibration factors>SO₂ Coef>SO₂ Coeficient colocar el coeficiente correspondiente para tener una concentración de span al 80% del rango y presionar la opción ↵ (Save) para guardar el valor, hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos.

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificaciones.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

	
b.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable.
c.	Al culminar de realizar el ajuste en span al 80% del rango, inyectar aire cero durante aproximadamente 10 minutos y continuar con la verificación multipunto.
2.4.10	Verificación Multipunto
a.	Solo se realizará la verificación multipunto, siempre y cuando se haya realizado ajustes en cero o span.
b.	Para realizar la verificación Multipunto, seleccionar en el dilutor la siguiente secuencia 80%, 60%, 40%, 20% y 0%, y posteriormente verificar que la concentración en el analizador empiece tener una lectura estable en un periodo mínimo de 10 minutos.
c.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, y la curva de calibración multipunto presente una pendiente entre 0.9 -1.1, con un coeficiente de correlación ≥ 0.995 entonces la prueba será aceptable.
d.	Graficar la curva de verificación multipunto.
e.	En caso de que la pendiente y el coeficiente de correlación se encuentren fuera del criterio de aceptación, realizar nuevamente el ajuste.
2.4.11	Determinación del tiempo de residencia del gas en el sistema
	Para determinar el tiempo de residencia del gas en el sistema registrar los siguientes datos en el Anexo 2 “Determinación del tiempo de residencia para analizadores automático de gases” del formato PM0313-F09 “Verificación y ajuste de analizadores automático de gases”:
a.	Sección 1 - sonda cuello de ganso: Registrar desde le entrada de muestra del ambiente hasta la entrada de gas al manifold el tipo de material, diámetro interno

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
b.	Sección 2 - Manifold: Registrar desde la entrada de gas al manifold hasta la salida final del gas del manifold el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
c.	Sección 3 - Gas: Registrar desde la salida final del gas del manifold hasta la entrada al analizador de gases el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
d.	Luego de registrar los datos de cada sección de toda la línea de muestreo, se calculará el tiempo de residencia por cada sección usando la siguiente formula: $\text{Cálculo del tiempo de residencia} = \frac{3.14(Di^2) \times \text{Longitud} \times 0.015}{\text{Flujo}}$ <i>Nota.</i> Formula recomendada por el EPA en el Anexo F del Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program (2017).
e.	Luego de calcular el tiempo de residencia de cada sección se suma las 3 secciones y se obtendrá el tiempo de residencia total.
f.	La prueba es aceptable solo si el tiempo de residencia de toda la línea de muestreo es menor o igual a veinte (20) segundos.
2.4.12	Consideraciones finales
a.	Al finalizar cada una de las verificaciones y ajustes se debe de registrar los datos en el Formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases.
b.	Luego de culminar el registro subir la documentación al registro PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” ingresando en la siguiente ruta: https://desarrollo.oefa.gob.pe/deam/stec/bitacora02/ ⁴ , como archivo adjunto.
c.	Los criterios y frecuencia de la verificación, ajuste y mantenimiento preventivo de campo del equipo se detallan en el Anexo 1 del presente instructivo.
d.	En caso existiera alarmas recurrentes durante el proceso de verificación de parámetros operacionales éstas deberán ser informadas inmediatamente al jefe

⁴ Para ingresar al PM0313-F39 solicitar la creación de usuario y contraseña al Responsable Técnico de calidad de aire

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

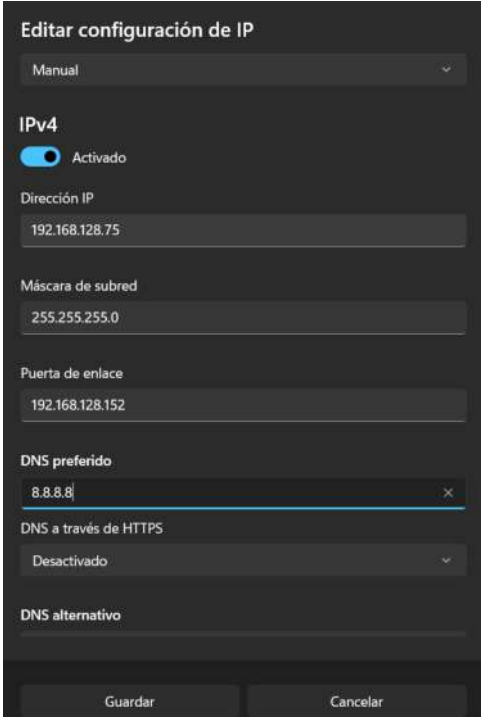
	inmediato y comunicadas a la UF-OTEC para recibir el soporte correspondiente, a su vez deberá ser registrado en el formato PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” por el Operador de ensayo encargado.
e.	En caso de que el equipo estuviera fuera de los criterios de aceptación en el ajuste y/o verificación (Anexo 1), presente algún incidente y/o fallas, datos anómalos o atípicos, antes o durante del periodo de medición, informar al jefe inmediato para que envíe un correo al área de la UF-OTEC detallando lo sucedido y la solicitud de reemplazo de equipo, para que dicha área genere el requerimiento interno de equipos en el plazo más corto posible.
f.	Posterior a ello el personal del área de la UF-OTEC, procederá según el ítem 5.5 del Instructivo I-DEAM-PM0312-04 “Mantenimiento rutinario de Equipos”

2.5. Puesta en funcionamiento

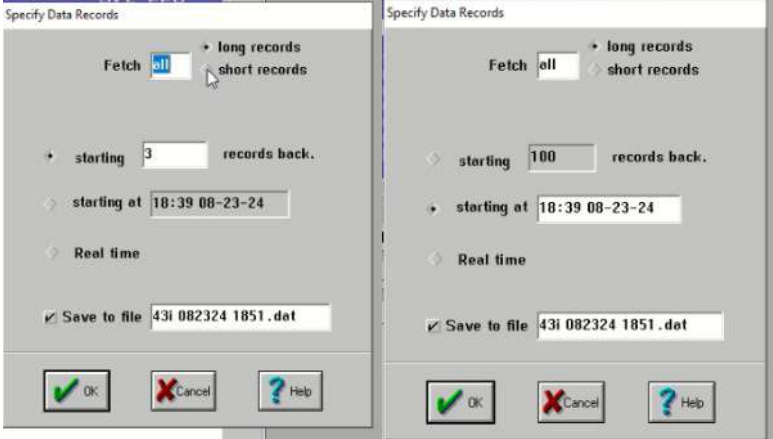
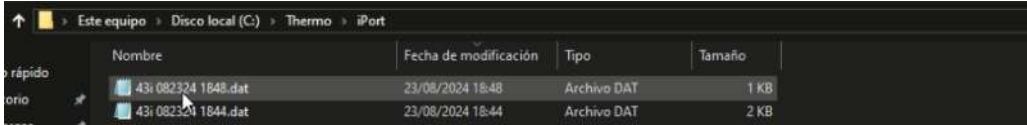
2.5.1	Puesta en funcionamiento
a.	Luego de culminar las verificaciones y/o ajustes correspondientes en el analizador automático de gases, continuar con la puesta en funcionamiento.
b.	Asegurar la conexión de la línea de muestreo de material de teflón a la entrada “sample” (muestra) y la conexión del “exhaust” a un ducto de la salida de la caseta.
c.	Asegurar la conexión de cable de energía.
d.	Asegurar las conexiones de red para la transmisión de los datos.
e.	En caso el manifold cuente con una bomba de succión asegurarse que se encuentre en funcionamiento.
f.	Verificar finalmente que la temperatura de la caseta se encuentre dentro del rango 20°C a 30 °C de temperatura.
g.	Cubrir los conectores del <i>manifold</i> que no se usen.
h.	Anotar la información de muestreo precisada en el formato PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” según el I-DEAM-PM0313-25 Instructivo de ensayos de campo de calidad de aire.
i.	Evaluar la consistencia de los datos registrados por el equipo, luego de la verificación y ajuste del analizador automático de gases.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.6. Descarga de datos

2.6.1	Descarga de datos mediante iPort
a.	Antes de realizar la descarga, realizar la siguiente configuración del IP en la laptop que se va a usar: 1. Conectar el cable Ethernet al equipo analizador de gases. 2. Ingresar a la ruta “Configuración>Red e internet>Ethernet” en la laptop. 3. Ingresar a la opción “editar” en “Asignación de IP”. 4. Seleccionar la opción “Manual”. 5. Activar la opción “IPv4” y llenar la información del IP del analizador automático de gases. Presionar Guardar, para grabar la información. 
b.	Para realizar la descarga de datos mediante el puerto Ethernet, conectar el analizador de gases a la laptop, y ejecutar el programa Thermo iPort.
c.	En el menú “Instrument” seleccionar “Poll Serial o TCP Connect”,y luego en el submenú seleccionar “Config o IP Addresses”.
d.	Debe aparecer una ventana, la cual se debe maximizar. Seleccionar “ <i>Instrument</i> ” del menú principal y luego “ <i>Load records</i> ”.

 Organismo de Evolución y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	
e.	Luego seleccionar el periodo o la cantidad de datos que necesitar descargar, y presionar “Ok” 
f.	La descarga se realizará automáticamente con el nombre (modelo_mm-dd-aa hh:mm.dat) y se guardará en la ruta donde se haya instalado el programa, ejemplo: 
g.	Se creará un archivo en formato “.dat”, lo cual se podrá abrir con block de notas.

2.7. Mantenimiento preventivo en campo

Entiéndase por mantenimiento preventivo de campo a actividades que no impliquen operaciones invasivas o desarmado de partes delicadas o importantes en los equipos, estas actividades pueden ser limpieza externa e interna, cambios de filtro, etc, con el objetivo de prevención y prolongación de vida útil del equipo y mejora en la confiabilidad operativa.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Las frecuencias recomendadas para estas tareas pueden variar dependiendo del nivel de concentración de los contaminantes atmosféricos en la ubicación donde opera el equipo.

2.7.1	Cambio de Filtro (Mensual o cuando amerite)
a.	Desconectar el porta filtro de la entrada del manifold y el analizador.
b.	Desenroscar el porta filtro y mediante guantes de nitrilo realizar el cambio del filtro (teflón).
c.	Volver a enroscar y asegurar el porta filtro, y lo reinstalar como estaba inicialmente.
2.7.2	Limpieza de filtro del cooler del analizador (Mensual o cuando amerite)
a.	Retirar el filtro (esponja) que se encuentra ubicado en la parte externa del soporte del cooler del analizador.
b.	Lavar la esponja con agua, exprimir y dejar secar.
c.	Cuando la esponja ya se encuentre seca, ensamblar y reinstalar nuevamente.
2.7.3	Limpieza del manifold (Mensual o cuando amerite)
a.	Deshabilitar o apagar la bomba de succión del manifold, si es que hubiera.
b.	Realizar la limpieza interna del manifold mediante una escobilla flexible de cerdas de nilón o similar con agua, y por la parte externa de igual manera.
c.	Una vez terminada la limpieza, secar inyectando aire a una presión baja en la parte interna y externa.
d.	Posteriormente, colocar las conexiones a su posición original.
Al culminar todos los mantenimientos preventivos en campo, esperar un tiempo aproximado de diez (10) minutos para continuar con la medición.	

2.8. Desinstalación y desmontaje de equipos y accesorios

Apagar el equipo y desconectar todas las instalaciones realizadas y accesorios con cuidado. Desmontar todos los accesorios que dispone el equipo y guardarlos en sus respectivas maletas o cajas, para su transporte y almacenamiento.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Anexo 1

Criterios de aceptación y frecuencia requerida para la verificación, ajuste y mantenimiento preventivo en campo

Variable		Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
Estado de limpieza		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente o cuando amerite, luego de instalado el equipo.	Visual	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Prueba de Fugas		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo.	0 L/min <180 mmHg	N.A.	Manual del fabricante
Flujo		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo. 3. Si el flujo visualizado es mayor al $\pm 20\%$ del flujo inicial.	$\pm 4.1 \%$ (error relativo)		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Aire Cero	NO ₂	1. Al inicio de la operación de la estación 2. Semanalmente, luego de instalado el equipo	$\pm 3 \%$ (error relativo) del rango		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
	SO ₂				
	CO	1. Al inicio de la operación de la estación y después de cada periodo de muestreo. 2. Diario (si se usa continuamente)			
Span	NO ₂	1. Al inicio de la operación de la estación 2. Semanalmente, luego de instalado el equipo	$\pm 2.1 \%$ (error relativo) para un solo punto Span correspondiente al 60% del rango.	$\pm 2.1 \%$ (error relativo) para un punto Span correspondiente al 80% del rango.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (verificación) NTP ISO 7996:2019 (Ajuste)
	SO ₂		$\pm 2.1 \%$ (error relativo) para un solo punto	$\pm 2.1 \%$ (error relativo) para un punto Span	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Variable		Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
			Span correspondiente al 60% del rango.	correspondiente al 80% del rango.	aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (verificación) NTP ISO 10498:2017(revisado 2022) (Ajuste)
	CO	1. Al inicio de la operación de la estación y después de cada periodo de muestreo. 2. Diario (si se usa continuamente)	± 2.1 % (error relativo) para un solo punto Span correspondiente al 80% del rango.	± 2.1 % (error relativo) para un punto Span correspondiente al 80% del rango.	NTP ISO 4224:2019 (Porcentaje de concentración generada ajuste y verificación) Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (Criterio de aceptación).
Verificación Multipunto	CO, NO₂, SO₂	Luego de realizar el ajuste.	Pendiente: 0.9 - 1.1 coeficiente de correlación: ≥ 0.995	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Verificación del convertidor de NO₂		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Anualmente, antes de la calibración. 3. Después de un mantenimiento correctivo.	Eficiencia > 95%	N.A.	NTP-ISO 7996:2019 Aire ambiental. Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno. Método de quimioluminiscencia
Tiempo de residencia		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Anualmente, antes de la calibración. 3. Después de un mantenimiento.	<20 segundos	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.

* Los criterios de aceptación están basados en el criterio más exigente precisado en el Manual, Método o Norma de referencia citado en la presente tabla.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo del analizador automático de gases de Dióxido de azufre (SO₂) modelo 43iQ

I. OBJETIVO

Establecer las acciones para la instalación, verificación, uso y mantenimiento preventivo en campo del analizador automático de gases marca Thermo Scientific modelo 43iQ, para la determinación de Dióxido de azufre (SO₂) en aire ambiente.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Consideraciones preliminares

El/la operador de ensayos de calidad de aire debe considerar los siguientes criterios:

- a. Para la instalación y uso del equipo, considerar los criterios y requisitos técnicos establecidos en el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire”¹, NTP-ISO 10498:2017 (revisada el 2022)² y/o de acuerdo con lo establecido en el Manual del fabricante³.
- b. En la recepción de los equipos el/la Operador/a de ensayo deberá de revisar e inspeccionar en las instalaciones de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (en adelante, UF-OTEC), antes de la salida a campo que todos los accesorios y herramientas se encuentren completos usando el formato PM0309-F01 “Lista de verificación para equipos” así como dar conformidad al formato PM0309-F07 Verificación operacional de analizadores automáticos de gases, ejecutado por la UF-OTEC.
- c. El mantenimiento preventivo y correctivo, así como las configuraciones necesarias, verificaciones y ajustes del analizador es ejecutado por la UF-OTEC de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- d. El Gestor de ensayo de calidad de aire, es el responsable de hacer cumplir el presente documento.
- e. El Operador de ensayo de calidad de aire, es el responsable del correcto cumplimiento de lo establecido en el presente instructivo y usar la documentación vigente.

¹ Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM.

² NTP-ISO 10498:2017 (revisada el 2022). “Aire Ambiental. Determinación de dióxido de azufre. Método de fluorescencia ultravioleta”

³ 43iQ Instruction Manual – Sulfur Dioxide Analyzer 117568-00. Febrero 2024.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.2. Descripción del equipo

El Analizador consta de las siguientes partes y equipos:

Figura 1. Partes del Analizador Automático (Vista posterior)

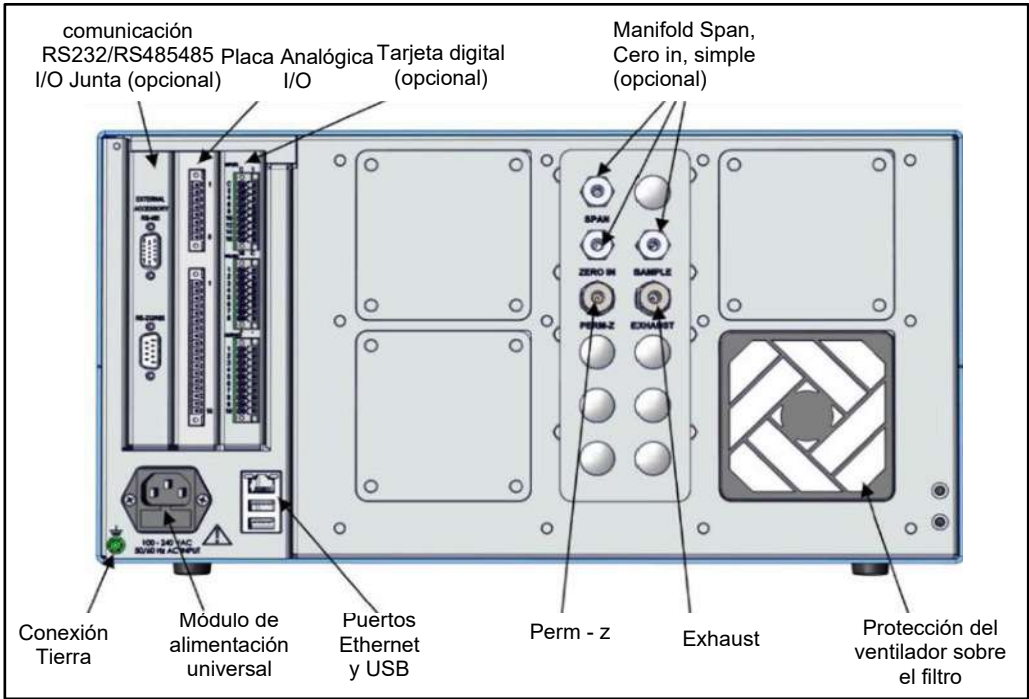
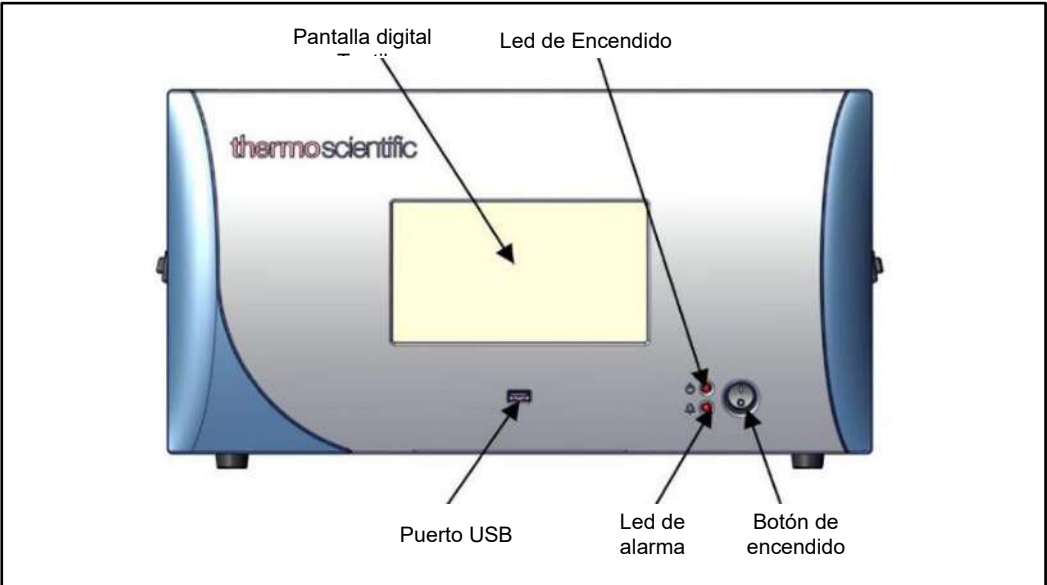


Figura 2. Partes del Analizador Automático (Vista frontal)



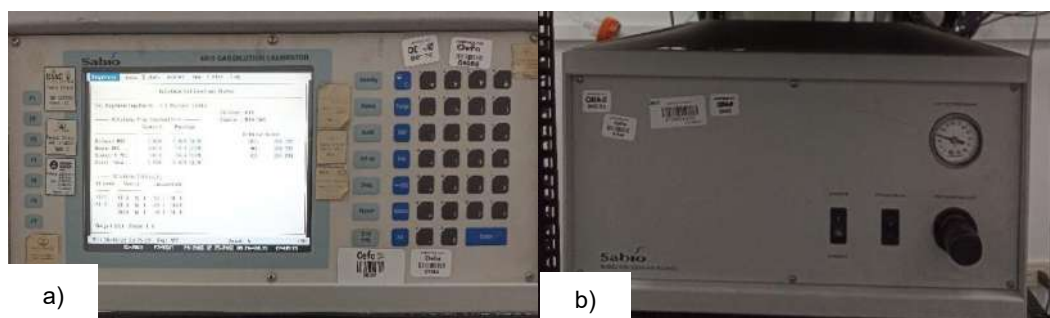
Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias. La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 3. a) caseta portátil, b) caseta móvil, c) caseta fija



Figura 4. a) calibrador por dilución de gases, b) generador de aire cero



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 5. Partes del balón de gas patrón



Figura 6. Calibrador de Flujo marca Mesalab modelos Defender y modelo BGI tetraCal

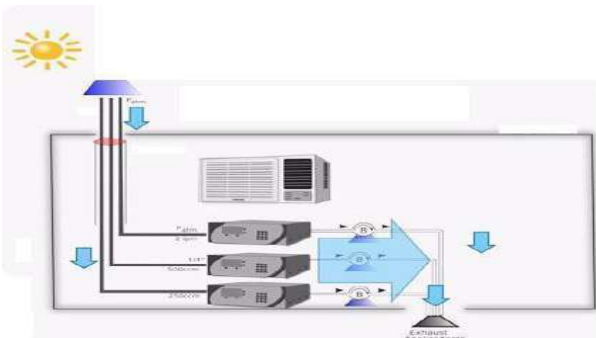


Figura 7. Termohigrómetro - VAISALA



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.3. Armado del equipo y Configuración

2.3.1	Armado y Encendido
a.	Antes de la instalación del analizador de gases se debe de considerar los criterios técnicos precisados en el instructivo I-DEAM-PM0313-25 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de aire”.
b.	Montar el analizador de gases de manera horizontal en una bandeja de aluminio en el interior de una caseta cerrada (shelter). Esta caseta debe contar con un equipo de aire acondicionado y/o calefacción según aplique que permita mantener la temperatura al interior de la caseta (portátil, fija o móvil) entre 20°C y 30°C.
c.	Encender el aire acondicionado y/o calefacción según aplique, setear y configurar a una temperatura ambiental de 25°C ±5°C antes de la instalación del analizador de gases, y esperar un tiempo aproximadamente de 10 minutos hasta que las condiciones ambientales internas del shelter se estabilice. 
d.	Conectar el analizador de gases a un tomacorriente a un voltaje de 220 V y una frecuencia de 60 hertz; la energía eléctrica deberá ser de la red o proporcionada de un generador eléctrico, luego será rectificada mediante un Uninterruptible Power Supply (UPS) el mismo que servirá de respaldo en posibles fluctuaciones o cortes de energía eléctrica. <i>Nota.</i> El analizador de gases se suministra con un cable de conexión a tierra de tres hilos. En ninguna circunstancia se debe anular este sistema de puesta a tierra.
e.	Encender el analizador de gases y esperar un tiempo mínimo de 120 minutos y/o desaparezcan las alarmas, para que se estabilicen los parámetros de funcionamiento.
f.	Durante el tiempo que el analizador de gases se está estabilizando, revisar y/o realizar las configuraciones de fecha y hora del analizador, parámetros de

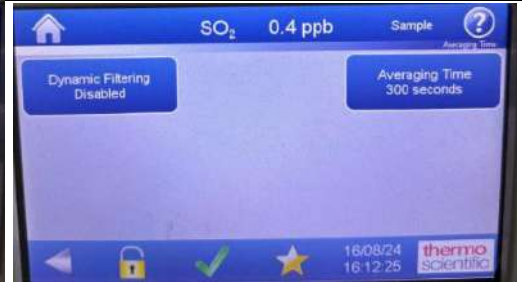
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	medición, rangos de operación, intervalos de tiempo de registro y otras configuraciones necesarias. Asimismo, luego de los ciento veinte (120) minutos mínimos de estabilización, proceder a realizar las verificaciones y ajustes correspondientes.
2.3.2	Configuración del analizador
	A continuación, se detalla las configuraciones necesarias para el funcionamiento y medición de analizador, por lo que no deberán de ser modificadas luego del inicio del muestreo, a excepción que se realicen actividades de verificaciones y/o ajustes necesarios, incidencias que pudieran ocurrir (cortes de luz, mantenimientos, etc). Antes de iniciar con el periodo de muestreo, revisar que las configuraciones realizadas por el personal de la UF-OTEC se hayan realizado correctamente, caso contrario actualizarlas.
a.	Configuración de fecha y hora del equipo
a.1	Revisar que la fecha y hora del equipo se encuentre actualizada en tiempo real en la pantalla digital de inicio. 
a.2	En caso que no estén en tiempo real proceder a actualizar la fecha (date) en formato europeo (european format: <u>dd/mm/yyyy</u>), la hora (time) en <u>formato (hh:mm:ss)</u>, zona horaria (time zone) en <u>formato UTC 5</u>, servidor de tiempo (ime server) en <u>modo desactivado</u> según la siguiente ruta Home Screen>Setting>Instrument Setting>Clock y guardar los cambios presionando en la pantalla digital la opción “commit”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	 
b.	Configuración de intervalo de registro de datos
b.1	Para la configuración del intervalo de registro de datos de forma manual, ingresar a la siguiente ruta Home Screen>Data>Advanced>Data Logging Setup; actualizar o definir el periodo de registro en cinco (05) minutos presionando la opción de “Period” en la pantalla digital del analizador de datos y guardar presionando la opción “commit”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita). 
b.2	Para la visualización de los valores concentración de SO2 en la pantalla digital del analizador ir a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Averaging Time (single range mode) y seleccionar como “averaging time” un periodo de sesenta (60) segundos. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita). Cabe indicar que, la opción “Dynamic Filtering” debe de estar en modo “Disabled” (deshabilitado).

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias. La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>



Nota. Al realizar verificaciones y/o ajustes en cero/span, considerar el tiempo promedio en 300 segundos (tiempo máximo del analizador).

c. Configuración del registro de variables de medición

Para la configuración del registro de los variables de medición vamos a la siguiente ruta: **Home Screen>Data>Advanced>Data Logging Setup>Select Data Logging Variables** y seleccionar las siguientes variables presionando en la pantalla digital para habilitar (color amarillo) o deshabilitar. Luego guardar los cambios presionando la opción “commit changes”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).



c.1

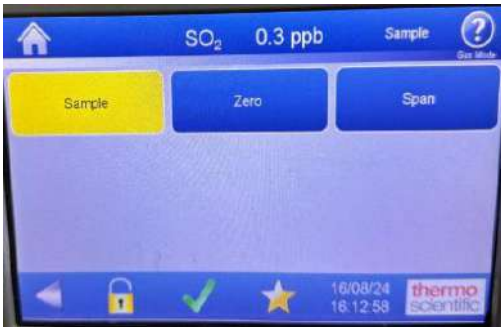
Las variables mínimas que debe de contar el analizador de gases son:

- Concentration (ppb or ug/m³)
- Instrument Temperature (°C)
- Bench Temperature (°C)
- Bench Pressure (mmHg)
- Flow (L/min)
- PMT High Voltage (Volts)
- Flaser High Voltage (Volts)
- Lamp intensity
- General Alarm

Nota. Al quitar o añadir una variable, inicia una nueva data de registro y se elimina toda la data anterior.

d.	Configuración de rangos de operación (SO₂)
d.1	Para establecer el rango de trabajo ingresamos a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Range Mode Selection y presionar en la pantalla táctil del analizador la opción de rango único “single”, lo cual estará habilitado si se pone de color amarillo. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).  
d.2	Posteriormente retroceder presionando la opción de () , e ingresar a la opción de “Range Setting” y establecer el rango de trabajo de acorde al certificado de calibración (ejemplo: rango máximo 500 ppb). Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita). 
e.	Configuración de la entrada de gas en el analizador.
e.1	Para realizar la configuración de medición de la entrada de gas al analizador ir a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Gas Mode, y seleccionar el modo de entrada del gas que se va a medir (en caso el modelo cuente con esta entrada, caso contrario se considera “Sample”): - Sample: Se configura para que el analizador mida el gas de la muestra del ambiente. - Cero: Se configura para realizar la verificación y/o ajuste de aire cero; al seleccionar esta opción el analizador se configura en modo cero.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	- Span: Se configura para realizar la verificación y/o ajuste del span; al seleccionar el analizador se configura en modo span.  
f.	Configuración de las unidades de la concentración de SO2
f.1	Para realizar la configuración de las unidades de la concentración de SO2 ir a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Gas Units, y seleccionar como unidad de medida “ppb”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).  
g	Configuración de compensación de temperatura y Presión
g.1	Ingresar a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Advanced Measurement Settings>Compensation y <u>habilitar</u> las opciones de “Temp Compensation” y “Pressure Compensation”. Se encontrará habilitado cuando cambie a color Amarillo y aparezca como “Enabled”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).  

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

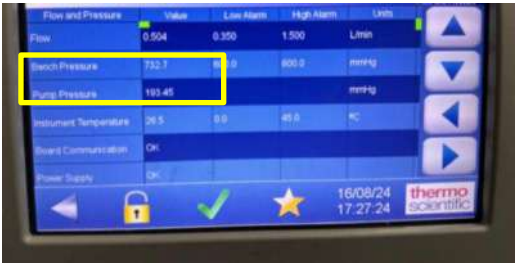
h.	Configuración del Analizador automático para transmisión por telemetría
h.1	En caso se necesite realizar la transmisión de los datos de las mediciones ambientales de manera remota (telemetría), deberá de ser realizado según las consideraciones del I-DEAM-PM0313-34 Instructivo de Implementación y transmisión de información mediante el Sistema de Telemetría en las estaciones de monitoreo ambiental, por lo que para realizar la configuración del analizador se debe de ingresar a la siguiente ruta settings>Communication>Wired TCP/DHCP, deshabilitar la opción “DHCP” y colocar la configuración de IP (ejemplo: 192.168.1.XX) que será proporcionado por el Responsable Técnico de Calidad de Aire.  
h.2	Posteriormente retroceder presionando la opción de () , y seleccionar el modo de protocolo “Modbus”, para que inicie con la transmisión.  
h.3	Los parámetros que se transmitirán serán seleccionados en el programa a usar, las cuales son los registros 7,21,23,31,33,35,37,39,514, como mínimo de la tabla de registro de Modbus –THERMO 43iQ, 43iQHL, 43iQTL - 118207-00.

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificaciones.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.4. Verificación y/o ajuste del analizador automático de gases

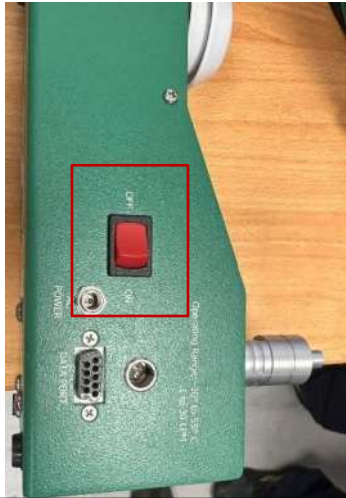
Luego de que el analizador se encuentre configurado, proceder con las siguientes verificaciones en las frecuencias establecidas en el Anexo 1, antes de completar la instalación.

2.4.1	Verificación del estado de Parámetros operacionales
a.	Luego de haber transcurrido los 120 minutos de estabilización como mínimo, registrar en el formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizador automático de gases, la información del equipamiento, las condiciones ambientales internas de la caseta (fija, móvil o portátil) inicial (antes de la verificación) y final (después de la verificación), el rango máximo de trabajo y luego proceder a realizar la verificación del estado de parámetros operacionales del analizador automático de gases, evaluando si es conforme o no, antes de iniciar las verificaciones y/o ajustes, y al culminar el proceso de las verificaciones y/o ajustes, dependiendo del valor que figura en el analizador de gases.
b.	En caso hubiera alguna alarma presente, o algún parámetro se encuentre fuera del rango, realizar los ajustes necesarios para corregirlo. Si la alarma persiste o no se pudiera corregir, realizar las acciones según lo precisado en el inciso “c” del “ítem de consideraciones finales”.
2.4.2	Verificación prueba de fuga
a	Antes de empezar con las verificaciones realizar la prueba de fuga, para lo cual se deberá taponear la toma de muestra “sample” del analizador de gases.
b	Ingresar a la siguiente ruta Check ✓>Status and Alarms>Flow and Pressure> y en un periodo de cinco (5) minutos aproximadamente verificar que el flujo oscile a 0 L/min y que la presión se encuentre menor a 180 mmHg.  
c	En caso la prueba no sea conforme, identificar la fuga y repetir el proceso nuevamente.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

d	En caso el flujo sea 0 y la presión sea mayor a 180 mmHg, o al contrario, informar al jefe inmediato y proceder según el inciso “e” del “ ítem de Consideraciones finales ”.
2.4.3	Verificación de flujo
a.	Para realizar la verificación de flujo y se use el verificador de flujo marca Mesalab modelo Defender, encender el equipo verificador de flujo presionando el botón  por unos segundos hasta que el equipo encienda, y mediante el botón “enter” seleccionar la opción “measure”. Luego seleccionar la opción “single” para leer un flujo de manera única ó “continue” para realizar la lectura de flujo de manera continua y automática.   <i>Nota.</i> Se recomienda usar el calibrador de flujo, energizándolo directamente con su fuente de alimentación de energía, puesto que la batería interna tiene un tiempo de vida, y no sea suficiente para que el equipo funcione correctamente. A su vez se debe de posicionar el equipo en una superficie plana
b.	Para realizar la verificación de flujo y se use el verificador de flujo marca Mesalab modelo BGI - Tetracal, encender el equipo verificador de flujo presionando el interruptor posterior derecho (ON/OFF), colocar el venturi más largo N° 132/3 (Rango: 0.1 lpm a 1.2 lpm) e insertar el adaptador para manguera.

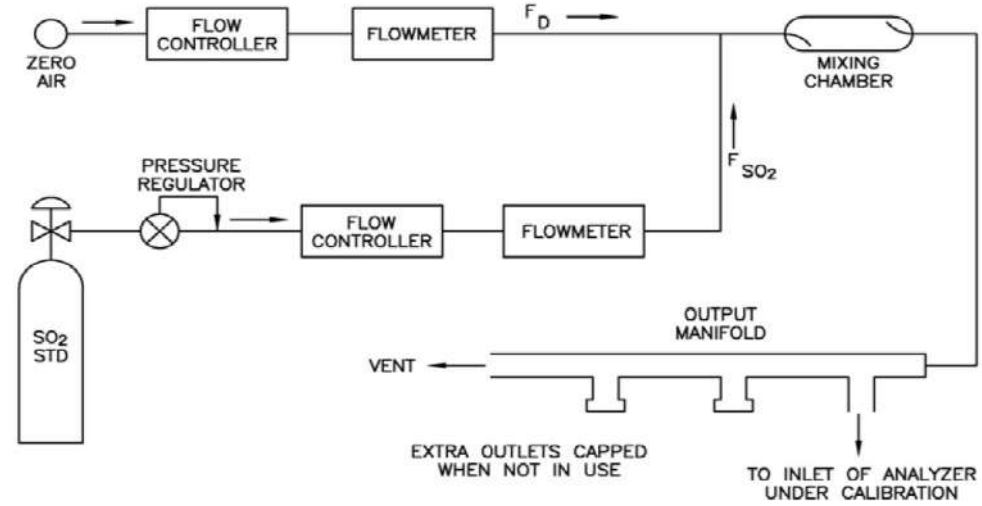
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

			
	botón de encendido	imagen frontal	venturis
c	Verificación 1: Posteriormente para realizar la verificación de flujo, se debe conectar el verificador de flujo en la entrada de muestra “sample” del analizador y el otro extremo en la entrada del verificador de flujo. Luego ingresar a la siguiente ruta Check ✓>Status and Alarms>Flow and Pressure> para visualizar el flujo del analizador y comparar el valor que se visualiza en el patrón lo cual debe de estar dentro del criterio de aceptación $\pm 4.1\%$ (error relativo)		
	 		
d.	En caso de que el flujo del analizador se encuentre fuera del criterio de aceptación, realizar el ajuste correspondiente, según lo precisado en el ítem 2.4.6 Ajuste de flujo.		
e.	Verificación 2: En caso de que el flujo de muestreo se ha modificado más del $\pm 20\%$ del valor inicial, verificar la saturación del filtro de partículas incorporado, para ello se conecta una manguera en un extremo del verificador de flujo, y el otro extremo en la manguera antes de la entrada del portafiltro (manguera que va al manifold). Luego ingresar a la siguiente ruta: Menú>Diagnostic>Flow, para		

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	visualizar el flujo del analizador y compararlo con el valor que se visualiza en el equipo verificador lo cual debe de estar dentro del 5%.
f.	Si en la verificación 2 el flujo supera el 5%, reemplazar el filtro.
2.4.4	Ajuste de flujo
a	Para realizar el ajuste de flujo, desactivar la bomba (Pump Power disable) ingresando a la siguiente ruta settings>Instrument settings>Pump Power lo cual se quitará el color amarillo. 
b	Luego ingresar a la siguiente ruta: settings>Measurement settings>Advanced measurement settings>pressure calibration, y colocar el valor de la presión ambiental - in situ del barómetro, en las dos opciones de “atmospheric Sensor 1” y “atmospheric sensor 2” y presionar start en la pantalla digital táctil del analizador, para que el valor se ajuste. 
c	Luego volver a activar la bomba (Pump Power enable) ingresando a la siguiente ruta settings>Instrument settings>Pump Power lo cual se coloreará otra vez en amarillo y el flujo empezará a subir.

 Organismo de Evolución y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	 
d	Posteriormente, a dos minutos aproximadamente, verificar el flujo ajustado según lo indicado en el inciso “c” del ítem 2.4.3 Verificación de flujo” lo cual debe de estar dentro del criterio de aceptación de $\pm 4.1\%$ (error relativo). Cabe precisar que el flujo es obtenido mediante el diferencial de presiones.
e	Repetir el proceso en caso sea necesario hasta que el equipo se encuentre dentro de los criterios de aceptación.
2.4.5	Verificación de aire cero y concentración conocida span
a.	Consideraciones Previas
a.1	Para realizar la verificación correspondiente de aire cero y concentraciones de span, conectamos el analizador de gases y el sistema de verificación – in situ, según el orden que figura en la siguiente imagen. Usar un filtro de teflón en la línea de muestra antes de que el gas ingrese al analizador. 
a.2	Cabe indicar que, la velocidad de flujo en el colector de salida debe ser mayor del 20% que el flujo total requerido por el analizador y cualquier otra demanda de flujo conectada al colector.
a.3	La configuración del sistema de verificación se detalla a continuación.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

b.	Uso del gas patrón
b.1	Revisar que el regulador de gases se encuentre sellado y la válvula general del cilindro se encuentre cerrado.
b.2	Para realizar la prueba de fuga en el cilindro de gas patrón realizar los siguientes pasos: 1. Conectar el sistema regulador de presión al cilindro de gas patrón. 2. Cerrar la válvula de salida del gas (close) y abrir la válvula principal del cilindro de gas patrón (antihorario). 3. De manera inmediata cerrar en sentido horario la válvula principal del cilindro de gas patrón. 4. En un tiempo aproximado de 5 minutos, verificar que la presión del manómetro primario no disminuya, registrando los valores iniciales y finales en el formato PM0313-09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases. 
b.3	Completar la conexión de todo el sistema de verificación/ajuste (cilindro – dilutor – generador de aire cero – analizador automático de gases).
b.4	Posteriormente realizar una verificación de fugas con el sistema de verificación/ajuste según los pasos, con el sistema apagado: 1. Abrir la válvula de salida del gas (open) y abrir la válvula principal del cilindro de gas patrón. (antihorario). 2. De manera inmediata cerrar en sentido horario la válvula principal del cilindro de gas patrón.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	En un tiempo aproximado de 5 minutos, verificar que la presión del manómetro primario no disminuya, registrando los valores iniciales y finales en el formato PM0313-09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases.
b.5	En caso exista fuga, identificarlo y repetir los anteriores pasos hasta que la prueba sea aceptable.
c.	Configuración del generador de aire cero
c.1	Conectar el cable poder del equipo a un tomacorriente de 220V.
c.2	Encender el equipo de generador de aire cero, y esperar que caliente a una temperatura según lo establecido en el manual del fabricante en un tiempo mínimo de diez (10) minutos.
c.3	Verificar que el manómetro del generador de aire cero se encuentre dentro de los 25 psi a 30 psi. En caso no llegue a esta presión, asegurar que no existan fugas en el sistema de conexión hacia el dilutor.
c.4	Conectar el cable poder del equipo a un tomacorriente de 220V.
d.	Configuración del dilutor
d.1	Conectar el cable poder del equipo a un tomacorriente de 220V.
d.2	Encender el equipo y esperar que inicie su sistema.
d.3	Cabe precisar que el dilutor ya viene configurado por la UF-OTEC con el gas patrón a usarse en campo, según precisiones del manual del fabricante.
d.4	Se recomienda revisar la información establecida en el rotulo del cilindro de gas patrón con la configuración realizada en el dilutor. En caso se necesite realizar alguna configuración adicional, referirse al manual del fabricante y con el soporte del personal UF-OTEC.
d.5	Posteriormente se recomienda revisar los valores de concentración de los gases según la secuencia que se va a requerir para realizar la verificación y/o ajuste correspondiente de aire cero y span.
d.6	Luego de haber culminado con la revisión y haber asegurado con las conexiones del sistema de verificación, proceder con la verificación y ajuste necesario.
2.4.6	Verificación de aire cero
a.	Al culminar las configuraciones y conexiones del sistema de verificación/ajuste al analizador de gases, revisar o regular que la presión en el manómetro del generador aire cero se encuentre en 25 psi a 30 psi.

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

b.	Para iniciar el proceso de verificación de aire cero seleccionar en el dilutor el primer punto de la secuencia (cero) y verificar que la concentración de SO ₂ en el analizador empiece a disminuir hasta tener una lectura estable del $\pm 3\%$ del error relativo del rango, en un periodo de tiempo mínimo de 10 minutos o un tiempo mayor en caso retorne de un mantenimiento correctivo.
c.	Si la lectura SO ₂ en el analizador se encuentra dentro del $\pm 3\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable, caso contrario se procederá a realizar el ajuste correspondiente.
d.	Se recomienda realizar el ajuste en casos de que se evidencie que exista un comportamiento anómalo en las concentraciones.
e.	Antes de realizar el ajuste continuar con la verificación en el span.
2.4.7	Verificación de concentración conocida/span
a.	Seleccionar en el dilutor el número de punto del span al 60% del rango y verificar que la concentración de SO ₂ en el analizador empiece a subir hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos.
b.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable, caso contrario se procederá a realizar el ajuste correspondiente.
2.4.8	Ajuste de aire cero
a.	Para realizar el ajuste, seleccionar en el dilutor el número de punto en 0 % (cero) del rango de trabajo.
b.	Para realizar el ajuste de cero en SO ₂ , ingresar a la siguiente ruta Calibration>Advanced calibration>Adjust Background y se elige un valor del BKG del SO ₂ y presionar la opción “ calibrate ” hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de 10 minutos. La lectura final debe de estar dentro de $\pm 3.0\%$ (error relativo) del rango.

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificaciones
La integridad del documento y la autoridad de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	 
2.4.9	Ajuste de concentración conocida / span
a.	Posteriormente continuar con el ajuste de Span al 80% del rango de trabajo para el SO2, ingresando a la siguiente ruta Calibration> Advanced calibration>Adjust Span Coefficient determinar el coeficiente correspondiente para tener una concentración de Span definido. Luego presionar la opción “calibrate” hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos o cuando se estabilice las lecturas en el display del analizador.  
b.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable.
c.	Al culminar de realizar el ajuste en span al 80% del rango, inyectar aire cero durante aproximadamente 10 minutos y continuar con la verificación multipunto
2.4.10	Verificación Multipunto
a	Solo se realizará la verificación multipunto, siempre y cuando se haya realizado ajustes en cero o span.
b	Para realizar la verificación Multipunto, seleccionar las concentraciones de SO2 en el dilutor la siguiente secuencia 80%, 60%, 40%, 20% y 0%, y posteriormente verificar que la concentración en el analizador empiece tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

c.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, y la curva de calibración multipunto presente una pendiente entre 0.9 -1.1, con un coeficiente de correlación ≥ 0.995 entonces la prueba será aceptable.
d.	Graficar la curva de verificación multipunto.
e.	En caso de que la pendiente y el coeficiente de correlación se encuentren fuera del criterio de aceptación, realizar nuevamente el ajuste.
2.4.11	Determinación del tiempo de residencia del gas en el sistema
Para determinar el tiempo de residencia del gas en el sistema registrar los siguientes datos en el Anexo 2 “Determinación del tiempo de residencia para analizadores automático de gases” del formato PM0313-F09 “Verificación y ajuste de analizadores automático de gases”:	
a.	Sección 1 - sonda cuello de ganso: Registrar desde la entrada de muestra del ambiente hasta la entrada de gas al manifold el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
b.	Sección 2 - Manifold: Registrar desde la entrada de gas al manifold hasta la salida final del gas del manifold el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
c.	Sección 3 - Gas: Registrar desde la salida final del gas del manifold hasta la entrada al analizador de gases el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
d.	Luego de registrar los datos de cada sección de toda la línea de muestreo, se calculará el tiempo de residencia por cada sección usando la siguiente formula: $\text{Cálculo del tiempo de residencia} = \frac{3.14(Di^2) \times \text{Longitud} \times 0.015}{\text{Flujo}}$ <i>Nota.</i> Formula recomendada por el EPA en el Anexo F del Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program (2017).
e.	Luego de calcular el tiempo de residencia de cada sección se suma las 3 secciones y se obtendrá el tiempo de residencia total.
f.	La prueba es aceptable solo si el tiempo de residencia de toda la línea de muestreo es menor o igual a veinte (20) segundos.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.4.12	Consideraciones finales
a.	Al finalizar cada una de las verificaciones y ajustes se debe de registrar los datos en el Formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases.
b.	Luego de culminar el registro subir la documentación al registro PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” ingresando en la siguiente ruta https://desarrollo.oefa.gob.pe/deam/stec/bitacora02/ ⁴ , como archivo adjunto.
c.	Los criterios y frecuencia de la verificación, ajuste y mantenimiento preventivo de campo del equipo se detallan en el Anexo 1 del presente instructivo.
d.	En caso existiera alarmas recurrentes durante el proceso de verificación de parámetros operacionales éstas deberán ser informadas inmediatamente al jefe inmediato y comunicadas a la UF-OTEC para recibir el soporte correspondiente, a su vez deberá ser registrado en el formato PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” por el Operador de ensayo encargado.
e.	En caso de que el equipo estuviera fuera de los criterios de aceptación en el ajuste y/o verificación (Anexo 1), presente algún incidente y/o fallas, datos anómalos o atípicos, antes o durante del periodo de medición, informar al jefe inmediato para que envíe un correo al área de la UF-OTEC detallando lo sucedido y la solicitud de reemplazo de equipo, para que dicha área genere el requerimiento interno de equipos en el plazo más corto posible.
f.	Posterior a ello el personal del área de la UF-OTEC, procederá según el ítem 5.5 del Instructivo I-DEAM-PM0312-04 “Mantenimiento rutinario de Equipos”

2.5. Instalación y Puesta en funcionamiento

2.5.1	Puesta en funcionamiento
a.	Luego de culminar las verificaciones y/o ajustes correspondientes en el analizador automático de gases, continuar con la puesta en funcionamiento.
b.	Asegurar la conexión de la línea de muestreo de material de teflón a la entrada “sample” (muestra) y la conexión del “exhaust” a un ducto de la salida de la caseta.
c.	Asegurar la conexión de cable de energía.
d.	Asegurar las conexiones de red para la transmisión de los datos.

⁴ Para ingresar al PM0313-F39 solicitar la creación de usuario y contraseña al Responsable Técnico de calidad de aire

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

e.	En caso el manifold cuente con una bomba de succión asegurarse que se encuentre en funcionamiento.
f.	Verificar finalmente que la temperatura de la caseta se encuentre dentro del rango 20°C a 30 °C de temperatura.
g.	Cubrir los conectores del <i>manifold</i> que no se usen.
h.	Anotar la información de muestreo precisada en el formato PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” según el I-DEAM-PM0313-25 Instructivo de ensayos de campo de calidad de aire.
i.	Evaluar la consistencia de los datos registrados por el equipo, luego de la verificación y ajuste del analizador automático de gases.

2.6. Descarga de datos

2.6.1	Descarga de datos a USB
a.	Para realizar la descarga de datos a la unidad de USB, conectar la unidad USB en la parte frontal del equipo e ingresar a la siguiente ruta Home Screen>Settings> USB Drive>Download Data To USB Drive, lo cual solicitará ingresar una contraseña el cual es proporcionada por el área de la UF-OTEC y presionar Aceptar (Ok).  
b.	Para obtener la descarga del registro de datos muestreados por el equipo presionar la opción de Descargar el registro de datos según corresponda (Dowload Entire Data Log) o Descargar todos los datos (Dowload All Data).c 

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

c.	Al presionar cualquiera de las dos opciones el equipo mostrará un mensaje “descargando datos” y comenzará a transferir los datos a la unidad USB. <i>Nota: No retirar la unidad USB mientras se descargan los datos.</i>
d.	Cuando se complete la descarga de datos, el equipo mostrará el mensaje “Éxito” (Success!) y a su vez muestra el nombre del archivo tal como está almacenado en la unidad USB. Cabe indicar que, el formato del nombre del archivo es el número de serie del instrumento, el nombre de la descarga, seguido fecha y hora.
e.	Al culminar la descarga retirar la unidad USB y seleccionar el botón aceptar.

2.7. Mantenimiento preventivo en campo

Entiéndase por mantenimiento preventivo de campo a actividades que no impliquen operaciones invasivas o desarmado de partes delicadas o importantes en los equipos, estas actividades pueden ser limpieza externa e interna, cambios de filtro, etc, con el objetivo de prevención y prolongación de vida útil del equipo y mejora en la confiabilidad operativa.

Las frecuencias recomendadas para estas tareas pueden variar dependiendo del nivel de concentración de los contaminantes atmosféricos en la ubicación donde opera el equipo.

2.7.1	Cambio de Filtro (Mensual o cuando amerite)
a.	Desconectar el porta filtro de la entrada del manifold y el analizador.
b.	Desenroscar el porta filtro y mediante guantes de nitrilo realizar el cambio del filtro (teflón).
c.	Volver a enroscar y asegurar el porta filtro, y lo reinstalar como estaba inicialmente.
2.7.2	Limpieza de filtro del cooler del analizador (Mensual o cuando amerite)
a.	Retirar el filtro (esponja) que se encuentra ubicado en la parte externa del soporte del cooler del analizador.
b.	Lavar la esponja con agua, exprimir y dejar secar.
c.	Cuando la esponja ya se encuentre seca, ensamblar y reinstalar nuevamente.
2.7.3	Limpieza del manifold (Mensual o cuando amerite)

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

a.	Deshabilitar o apagar la bomba de succión del manifold, si es que hubiera.
b.	Realizar la limpieza interna del manifold mediante una escobilla flexible de cerdas de nilón o similar con agua, y por la parte externa de igual manera.
c.	Una vez terminada la limpieza, secar inyectando aire a una presión baja en la parte interna y externa.
d.	Posteriormente, colocar las conexiones a su posición original.
Al culminar todos los mantenimientos preventivos en campo, esperar un tiempo aproximado de diez (10) minutos para continuar con la medición.	

2.8. Desinstalación y desmontaje de equipos y accesorios

Apagar el equipo y desconectar todas las instalaciones realizadas y accesorios con cuidado. Desmontar todos los accesorios que dispone el equipo y guardarlos en sus respectivas maletas o cajas, para su transporte y almacenamiento.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Anexo 1

Criterios de aceptación y frecuencia requerida para la verificación, ajuste y mantenimiento preventivo en campo

Variable		Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
Estado de limpieza		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente o cuando amerite, luego de instalado el equipo.	Visual	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Prueba de Fugas		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo.	0 L/min <180 mmHg	N.A.	Manual del fabricante
Flujo		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo. 3. Si el flujo visualizado es mayor al $\pm 20\%$ del flujo inicial.	$\pm 4.1 \%$ (error relativo)		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Aire Cero	NO ₂	1. Al inicio de la operación de la estación	$\pm 3 \%$ (error relativo) del rango		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
	SO ₂	2. Semanalmente, luego de instalado el equipo			
	CO	1. Al inicio de la operación de la estación y después de cada periodo de muestreo. 2. Diario (si se usa continuamente)			
Span	NO ₂	1. Al inicio de la operación de la estación 2. Semanalmente, luego de instalado el equipo	$\pm 2.1 \%$ (error relativo) para un solo punto Span correspondiente al 60% del rango.	$\pm 2.1 \%$ (error relativo) para un punto Span correspondiente al 80% del rango.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (verificación) NTP ISO 7996:2019 (Ajuste)

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Variable		Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
	SO ₂		± 2.1 % (error relativo) para un solo punto Span correspondiente al 60% del rango.	± 2.1 % (error relativo) para un punto Span correspondiente al 80% del rango.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (verificación) NTP ISO 10498:2017(revisado 2022) (Ajuste)
	CO	1. Al inicio de la operación de la estación y después de cada periodo de muestreo. 2. Diario (si se usa continuamente)	± 2.1 % (error relativo) para un solo punto Span correspondiente al 80% del rango.	± 2.1 % (error relativo) para un punto Span correspondiente al 80% del rango.	NTP ISO 4224:2019 (Porcentaje de concentración generada ajuste y verificación) Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (Criterio de aceptación).
Verificación Multipunto	CO, NO ₂ , SO ₂	Luego de realizar el ajuste.	Pendiente: 0.9 - 1.1 coeficiente de correlación: ≥ 0.995	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Verificación del convertidor de NO ₂		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Anualmente, antes de la calibración. 3. Después de un mantenimiento correctivo.	Eficiencia > 95%	N.A.	NTP-ISO 7996:2019 Aire ambiental. Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno. Método de quimioluminiscencia
Tiempo de residencia		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Anualmente, antes de la calibración. 3. Después de un mantenimiento.	<20 segundos	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.

* Los criterios de aceptación están basados en el criterio más exigente precisado en el Manual, Método o Norma de referencia citado en la presente tabla.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo del analizador automático de gases de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) modelo 42i

I. OBJETIVO

Establecer las acciones para la instalación, verificación, uso y mantenimiento preventivo en campo del analizador automático de gases, marca Thermo Scientific, modelo 42i, para la determinación de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) del aire ambiente.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Consideraciones preliminares

El/La operador/a de ensayos de calidad de aire debe considerar los siguientes criterios:

- Para la instalación y uso del equipo, considerar los criterios y requisitos técnicos establecidos en el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire”¹, NTP-ISO 7996:2019² y/o de acuerdo con lo establecido en el Manual del fabricante³.
- En la recepción de los equipos el/la Operador/a de ensayo deberá de revisar e inspeccionar en las instalaciones de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (en adelante, **UF-OTEC**), antes de la salida a campo que todos los accesorios y herramientas se encuentren completos usando el formato PM0309-F01 “Lista de verificación para equipos” así como dar conformidad al formato PM0309-F07 Verificación operacional de analizadores automáticos de gases, ejecutado por la UF-OTEC.
- El mantenimiento preventivo y correctivo, así como las configuraciones necesarias, verificaciones y ajustes del analizador es ejecutado por la UF-OTEC de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- El Gestor de ensayo de calidad de aire, es el responsable de hacer cumplir el presente documento.
- El Operador de ensayo de calidad de aire, es el responsable del correcto cumplimiento de lo establecido en el presente instructivo y usar la documentación vigente.

¹ Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM.

² NTP-ISO 7996:2019. “Aire Ambiental. Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno. Método de quimioluminiscencia”

³ 42i Instruction Manual – Chemiluminescence NO - NO₂ - NO_x Analyzer Part Number 101350-00. 25Jul2015.

2.2. Descripción del equipo

El Analizador consta de las siguientes partes y equipos:

Figura 1. Partes del Analizador Automático (Vista posterior)

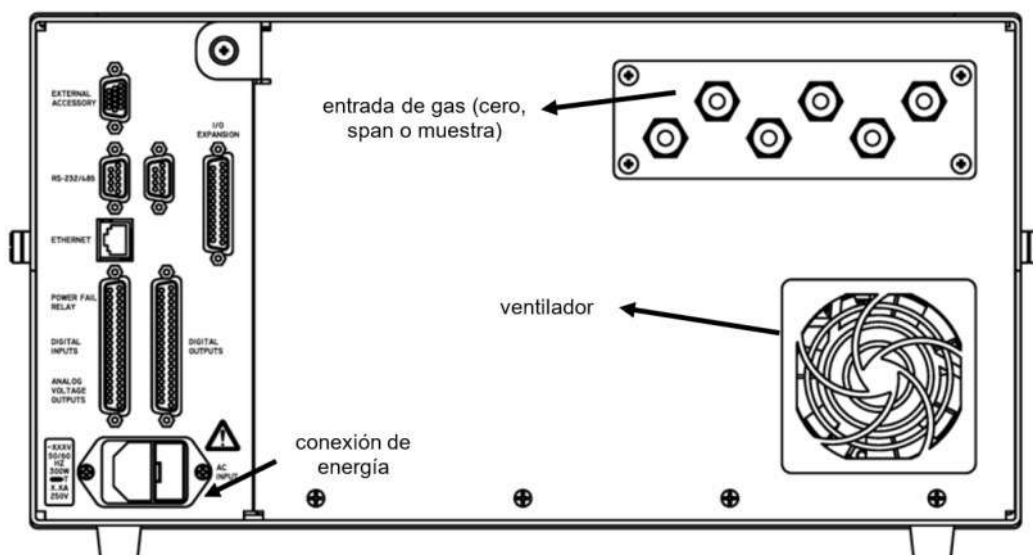
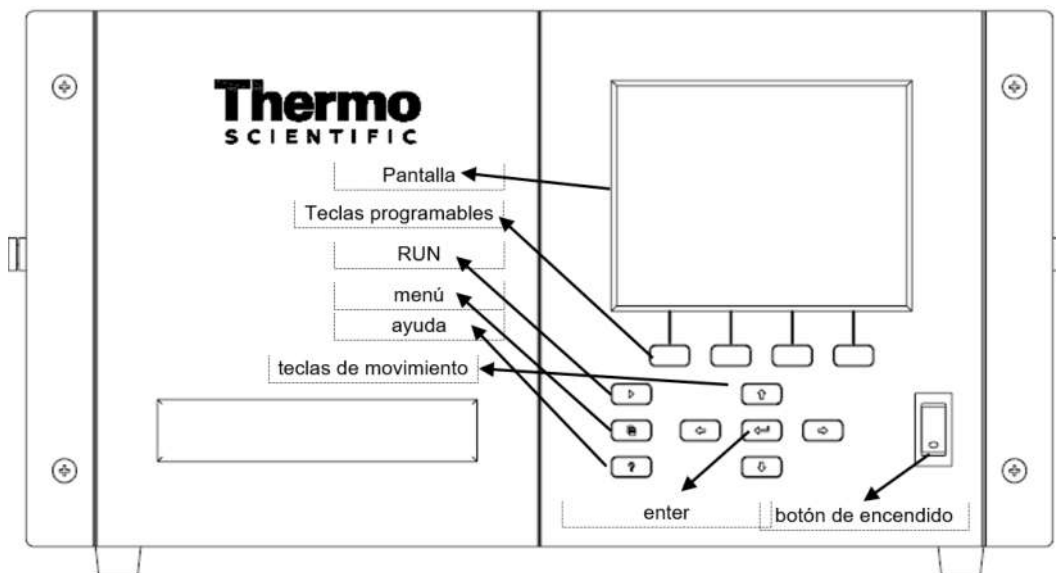


Figura 2. Partes del Analizador Automático (Vista frontal)

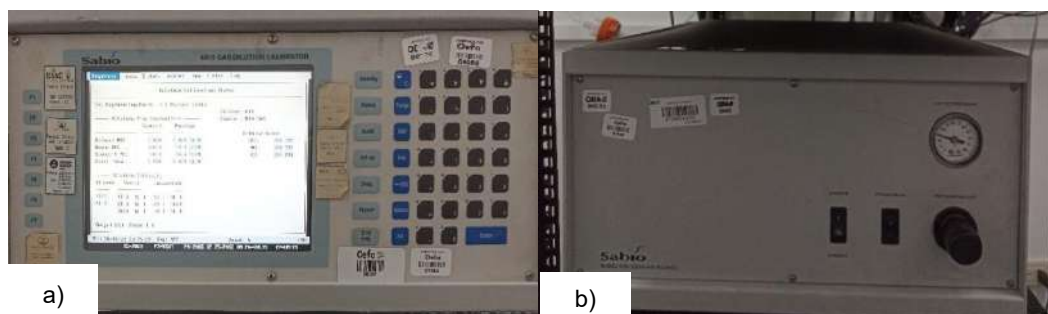


 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 3. a) caseta portátil, b) caseta móvil, c) caseta fija



Figura 4. a) calibrador por dilución de gases, b) generador de aire cero



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 5. Partes del balón de gas patrón



Figura 6. Calibrador de Flujo marca Mesalab modelos Defender y modelo BGI tetraCal

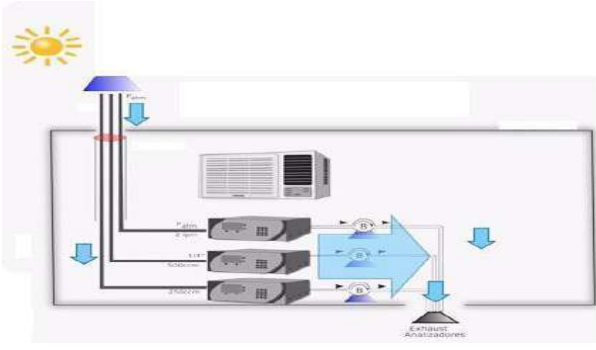


Figura 7. Termohigrómetro - VAISALA



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.3. Armado del equipo y configuración

2.3.1	Armado y Encendido
a.	Antes de la instalación del analizador de gases se debe de considerar los criterios técnicos precisados en el instructivo I-DEAM-PM0313-25 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de aire”.
b.	Montar el analizador de gases de manera horizontal en una bandeja de aluminio en el interior de una caseta cerrada (shelter). Esta caseta debe contar con un equipo de aire acondicionado y/o calefacción según aplique que permita mantener la temperatura al interior de la caseta (portátil, fija o móvil) entre 20°C y 30°C.
c.	Encender el aire acondicionado y/o calefacción según aplique, setear y configurar a una temperatura ambiental de 25°C ±5°C antes de la instalación del analizador de gases, y esperar un tiempo aproximadamente de 10 minutos hasta que las condiciones ambientales internas del shelter se estabilice. 
d.	Conectar el analizador de gases a un tomacorriente a un voltaje de 220 V y una frecuencia de 60 hertz; la energía eléctrica deberá ser de la red o proporcionada de un generador eléctrico, luego será rectificada mediante un Uninterruptible Power Supply (UPS) el mismo que servirá de respaldo en posibles fluctuaciones o cortes de energía eléctrica. <i>Nota.</i> El analizador de gases se suministra con un cable de conexión a tierra de tres hilos. En ninguna circunstancia se debe anular este sistema de puesta a tierra.
e.	Encender el analizador de gases y esperar un tiempo mínimo de 120 minutos y/o desaparezcan las alarmas, para que se estabilicen los parámetros de funcionamiento.
f.	Durante el tiempo que el analizador de gases se está estabilizando, revisar y/o realizar las configuraciones de fecha y hora del analizador, parámetros de

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	medición, rangos de operación, intervalos de tiempo de registro y otras configuraciones necesarias. Asimismo, luego de los ciento veinte (120) minutos mínimos de estabilización, proceder a realizar las verificaciones y ajustes correspondientes.
2.3.2	Configuración del analizador A continuación, se detalla las configuraciones necesarias para el funcionamiento y medición de analizador, por lo que no deberán de ser modificadas luego del inicio del muestreo, a excepción que se realicen actividades de verificaciones y/o ajustes necesarios, incidencias que pudieran ocurrir (cortes de luz, mantenimientos, etc). Antes de iniciar con el periodo de muestreo, revisar que las configuraciones realizadas por el personal de la UF-OTEC se hayan realizado correctamente, caso contrario actualizarlas.
a.	Configuración de fecha y hora del analizador Revisar que la fecha y hora del analizador se encuentre actualizada en tiempo real, ingresando a la siguiente ruta Menu ()>Instrument Control>Date/Time, en caso no esté en tiempo real, presionar el botón ↵ (enter), y con ayuda del botón → elegir la fecha (día, mes, año), hora (hh:mm:ss) y actualizar el valor con los botones ↑ ↓. Para guardar los cambios presionar el botón ↵ (enter), y regresar a la pantalla principal con el botón →. a.1  

b. Configuración de intervalo de registro de datos

b.1

Para la configuración del intervalo de registro de datos, ingresar a la siguiente ruta **Menu>Instrument Control>DataLogging Settings>Configure Data Logging>Logging Period Min**; actualizar o definir con los botones ( ) el periodo de registro de datos en 5 minutos, guardar los cambios presionando el botón  (enter), y regresar a la pantalla principal con el botón ().



b.2

Para configurar el tiempo promedio de visualización de los valores de concentración de NO₂ en la pantalla digital del analizador ir a la siguiente ruta **Menu>Averaging Time** y seleccionar como tiempo promedio 60 segundos. Luego guardar los cambios presionando el botón  (enter), y regresar a la pantalla principal con el botón ().



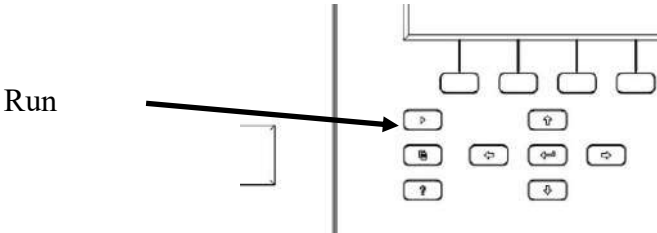
Nota. Al realizar verificaciones y/o ajustes en cero/span, considerar el tiempo promedio en 300 segundos (tiempo máximo del analizador).

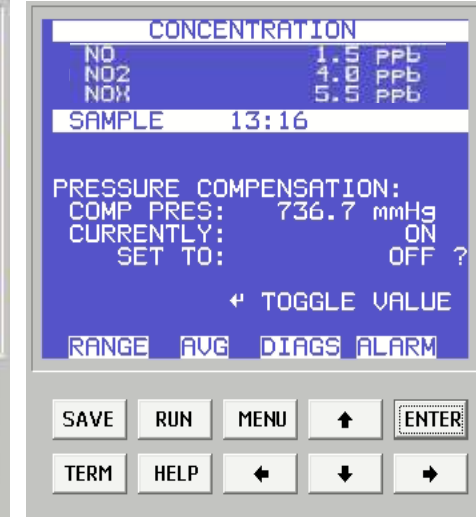
c.	Configuración del registro de variables de medición
c.1	Revisar que la configuración del registro de los variables de medición este completa y sea la correcta por lo que se debe ir a la siguiente ruta: Menu>Instrument Control>DataLogging Settings>Select Content y en caso falte alguna variable en el campo “field X: None” seleccionar con el botón () y añadir/cambiar con el botón  (enter). Luego seleccionar others measurement/Concentrations para actualizar las variables. Guardar los cambios ingresando a la opción “Commit Content”. Posteriormente apagar el analizador y encenderlo nuevamente, para que se termine de aplicar los cambios.  Las variables mínimas que debe de contar el analizador de gases son: - NO - NOx - HI NO - HI NOx - PRES - PMTT - INTT - RCTT - CONVT

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificaciones.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firma Peru.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	- SMPLFL - OZONE - PMTV - NO₂ <i>Nota.</i> Al quitar o añadir una variable, inicia una nueva data de registro y se elimina toda la data anterior.
d.	Configuración de rangos de operación
d.1	Para establecer el rango de trabajo ingresar a la siguiente ruta Menú>Range>Range y mediante los botones de movimiento ( ) establecer el rango de trabajo para NO, NO₂ y NO_x, de acorde al certificado de calibración (ejemplo: rango máximo 500 ppb para NO, NO₂, NO_x), posteriormente presionar ↵ (enter) para guardar y regresar a la pantalla principal con el botón ().  
e.	Configuración de la entrada de gas en el analizador.
e.1	Para las acciones de muestreo, verificación y/o ajuste cambiar la entrada de gas de sample (muestreo) a cero ó span en caso el analizador de gases cuente con la configuración, presionar el botón ► (Run): - Sample: Se configura para que el analizador mida la muestra del ambiente. Si se continúa presionando el botón ► (RUN), aparecerán las siguientes opciones: - Cero: Se configura para realizar la verificación y/o ajuste de aire cero; al seleccionar esta opción el analizador se configura en modo cero.

	- Span: Se configura para realizar la verificación y/o ajuste del span; al seleccionar el analizador se configura en modo span. <i>Nota.</i> Se advierte durante el periodo de muestreo el Operador de ensayo debe asegurarse que la opción de entrada de gas se encuentre en “sample” 
f.	Configuración de las unidades de la concentración
f.1	Para realizar la configuración de las unidades de la concentración de NO, NOx y NO₂ ir a la siguiente ruta Menú>Range> Gas Units y mediante los botones de movimiento ( ) establecer las unidades en ppb, posteriormente presionar  (enter) para guardar y regresar a la pantalla principal con el botón ()  
g.	Configuración de compensación de temperatura y Presión
g.1	Ingresar a la siguiente ruta Menu>Instrument Controls>Temperature Compensation y <u>habilitar (ON)</u> la opción de “Temperature Compensation” con la tecla  (enter) y regresar a la pantalla principal con el botón ()

	 
g.2	Ingresar a la siguiente ruta Menu>Instrument Controls>Pressure Compensation y habilitar la opción de “Pressure Compensation” con la tecla ↵ (enter) y regresar a la pantalla principal con el botón (▶).  
h.	Configuración de generador de ozono
h.1	Para Habilitar o deshabilitar el generador de Ozono, ingresar a la siguiente ruta Menu>Instrument Controls>Ozonator y verificar que este habilitado antes de iniciar la medición con la tecla ↵ (enter) y regresar a la pantalla principal con el botón (▶).

	
i.	Configuración del Analizador automático para transmisión por telemetría
i.1	En caso se necesite realizar la transmisión de los datos de las mediciones ambientales de manera remota (telemetría), deberá de ser realizado según las consideraciones del I-DEAM-PM0313-34 Instructivo de Implementación y transmisión de información mediante el Sistema de Telemetría en las estaciones de monitoreo ambiental, por lo que para realizar la configuración del analizador se debe de ingresar a la siguiente ruta Menú>Instrument Controls>Comunication Settings>TCP/IP Settings deshabilitar la opción “DHCP” y colocar la configuración de IP (ejemplo: 192.168.1.XX) que será proporcionado por el Responsable Técnico de Calidad de Aire, y con ayuda del botón (↔) elegir el campo y actualizar el valor con los botones (↑ ↓). Para guardar los cambios presionar el botón ↵ (enter), y regresar a la pantalla principal con el botón (▶).

	 
i.2	Luego de configurar el IP, ingresar a la opción de Menú>Instrument Controls>Communication Settings>Communication Protocol, seleccionar la opción de CLINK, y presionar el botón ↵ (enter), y regresar a la pantalla principal con el botón (➡).  
i.3	Las variables que se transmitirán según el Protocolo de comunicación CLINK como mínimo son: - Flags - Conc NO - Conc NOx

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	- Conc NO2 - Presión - Temp de PMT - Temp Instrumento - Temp de Cámara Reacción - Temp de convertir - Flujo - Voltaje de PMT
--	---

2.4. Verificación y/o ajuste del Analizador Automático de gases

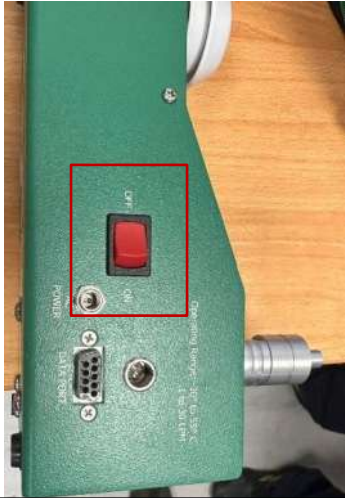
Luego de que el analizador se encuentre configurado, proceder con las siguientes verificaciones en las frecuencias establecidas en el Anexo 1, antes de completar la instalación.

2.4.1	Verificación del estado de parámetros operacionales
a.	Luego de haber transcurrido los 120 minutos de estabilización como mínimo, registrar en el formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizador automático de gases, la información del equipamiento, las condiciones ambientales internas de la caseta (fija, móvil o portátil) inicial (antes de la verificación) y final (después de la verificación), el rango máximo de trabajo y luego proceder a realizar la verificación del estado de parámetros operacionales del analizador automático de gases, evaluando si es conforme o no, antes de iniciar las verificaciones y/o ajustes, y al culminar el proceso de las verificaciones y/o ajustes, dependiendo del valor que figura en el analizador de gases.
b.	En caso hubiera alguna alarma presente, o algún parámetro se encuentre fuera del rango, realizar los ajustes necesarios para corregirlo. Si la alarma persiste o no se pudiera corregir, realizar las acciones según lo precisado en el inciso “e” del “Ítem de consideraciones finales” .

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

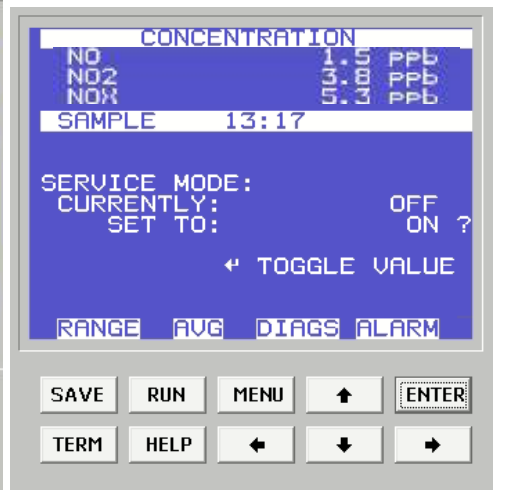
2.4.2	Verificación prueba de fuga
a.	Antes de empezar con las verificaciones realizar la prueba de fuga, para lo cual se deberá taponear la toma de muestra “sample” del analizador de gases.
b.	Ingresar a la siguiente ruta Menú>Diagnostic>Flow y en un periodo de cinco (5) minutos aproximadamente verificar que el flujo oscile en 0 L/min y en la ruta Menú>Diagnostic>Presión verificar que la presión se encuentre menor a 180 mmHg.  
c.	En caso la prueba no sea conforme, identificar la fuga y repetir el proceso nuevamente.
d.	En caso el flujo sea 0 y la presión sea mayor a 180 mmHg, o al contrario, informar al jefe inmediato y proceder según el inciso “e” del “ ítem de Consideraciones finales ”.
2.4.3	Verificación de flujo
a.	Para realizar la verificación de flujo y se use el verificador de flujo marca Mesalab modelo Defender, encender el equipo verificador de flujo presionando el botón  por unos segundos hasta que el equipo encienda, y mediante el botón “enter” seleccionar la opción “measure”. Luego seleccionar la opción “single” para leer un flujo de manera única ó “continue” para realizar la lectura de flujo de manera continua y automática.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

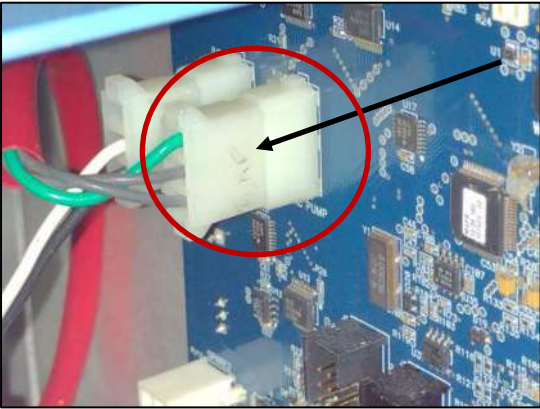
	  Nota. Se recomienda usar el calibrador de flujo, energizándolo directamente con su fuente de alimentación de energía, puesto que la batería interna tiene un tiempo de vida, y no sea suficiente para que el equipo funcione correctamente. A su vez se debe de posicionar el equipo en una superficie plana
b.	Para realizar la verificación de flujo y se use el verificador de flujo marca Mesalab modelo BGI - Tetracal, encender el equipo verificador de flujo presionando el interruptor posterior derecho (ON/OFF), colocar el venturi más largo N° 132/3 (Rango: 0.1 lpm a 1.2 lpm) e insertar el adaptador para manguera.    botón de encendido imagen frontal venturis
c.	Verificación 1: Posteriormente para realizar la verificación de flujo, se debe conectar el verificador de flujo en la entrada de muestra “sample” del analizador y el otro extremo en la entrada del verificador de flujo. Luego ingresar a la siguiente ruta: Menú>Diagnostic>Flow, para visualizar el flujo del analizador y compararlo con el valor que se visualiza en el equipo verificador lo cual debe de estar dentro del criterio de aceptación $\pm 4.1\%$ (error relativo).

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias. La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	  Nota. Para el caso del equipo verificador de flujo marca Mesalab modelo BGI Tetracal, registrar el caudal ambiental (Qa).
d.	En caso de que el flujo del analizador se encuentre fuera del criterio de aceptación, realizar el ajuste activando el modo servicio desde la siguiente ruta Menu> Instrument Control>Service Mode>ON (continuar con el numeral 2.4.4 Ajuste de Flujo).  
e.	Verificación 2: En caso de que el flujo de muestreo se ha modificado más del $\pm 20\%$ del valor inicial, verificar la saturación del filtro de partículas incorporado, para ello se conecta una manguera en un extremo del verificador de flujo, y el otro extremo en la manguera antes de la entrada del portafiltro (manguera que va al manifold). Luego ingresar a la siguiente ruta: Menú>Diagnostic>Flow, para visualizar el flujo del analizador y compararlo con el valor que se visualiza en el equipo verificador lo cual debe de estar dentro del 5%.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

f.	Si en la verificación 2 el flujo supera el 5%, reemplazar el filtro.
g.	Registrar en el formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizadores automático de gases los factores de cero y span, antes de la verificación de flujo (inicial) y luego del ajuste de flujo (final) ingresando en la siguiente ruta Menu>Service>Flow Calibration .
2.4.4	Ajuste de flujo
a.	Para ajustar el flujo en un valor cero, quitar la tapa superior del analizador y “desconectar la fuente de alimentación de energía de la bomba”, ingresar a la ruta Menu>Service>Flow Calibration>Calibrate Flow CERO, e insertar el valor real de flujo del patrón en la opción “SET TO” del analizador. Esperar que el valor se estabilice hasta llegar a 0.000 L/min.  <i>Nota.</i> Este proceso de ajuste de flujo en cero solo será realizado por el personal autorizado o personal de la UF-OTEC.
b.	Posteriormente luego de activar el modo servicio ingresar a la siguiente ruta Menu>Service>Flow Calibration>Calibrate Flow SPAN , para ajustar el flujo en un valor span e insertar el valor real de flujo del patrón en la opción “ SET TO ” del analizador. Esperar que el valor estabilice y verificar posteriormente que esté dentro del criterio de aceptación de ± 4.1 % (error relativo).

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>



c.

Luego de realizar el ajuste de flujo, registrar los factores de calibración de Span y cero ingresar en la siguiente ruta **Menu>Service>Flow Calibration**.

2.4.5

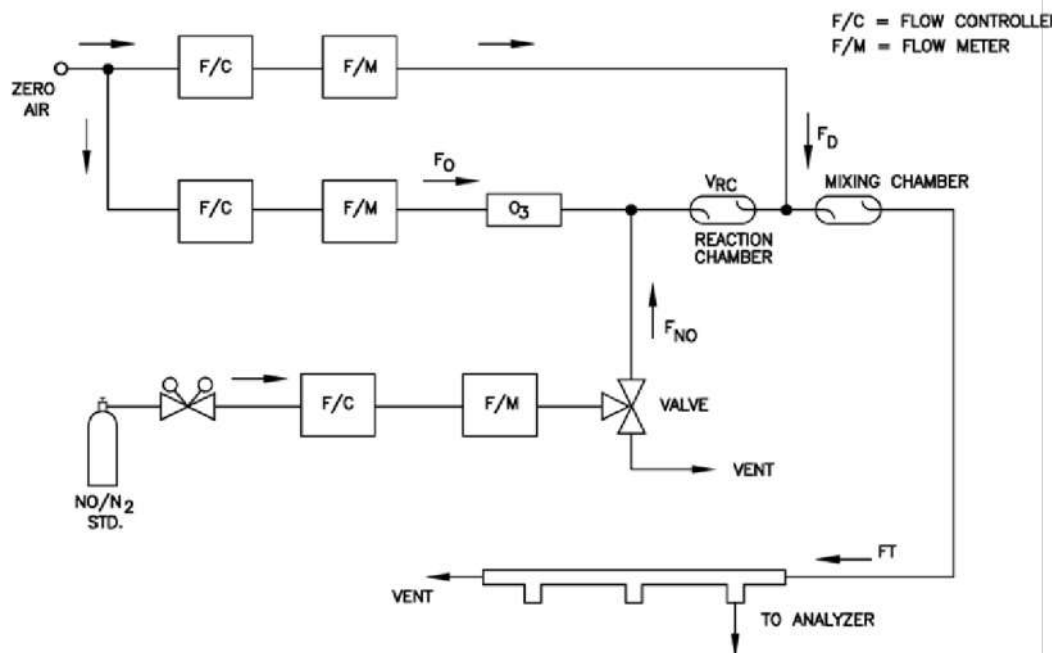
Verificación de aire cero y concentración conocida span

a.

Consideraciones Previas

a.1

Para realizar la verificación/ajuste correspondiente de aire cero y concentraciones de span, conectar el analizador de gases y el sistema de verificación/ajuste in situ, según el orden que figura en la siguiente imagen. Usar un filtro de teflón en la línea de muestra antes de que el gas ingrese al analizador.



 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

a.2	Cabe indicar que la velocidad de flujo en el colector de salida (dilutor) debe ser mayor que el flujo total requerido por el analizador y cualquier otra demanda de flujo conectada al colector (dilutor).
a.3	Para la instalación del sistema de verificación/ajuste seguir los siguientes pasos que se detalla a continuación.
b.	Uso del gas patrón
b.1	Revisar que el regulador de gases se encuentre sellado y la válvula general del cilindro se encuentre cerrado.
b.2	Para realizar la prueba de fuga en el cilindro de gas patrón realizar los siguientes pasos: 1. Conectar el sistema regulador de presión al cilindro de gas patrón. 2. Cerrar la válvula de salida del gas (close) y abrir la válvula principal del cilindro de gas patrón (antihorario). 3. De manera inmediata cerrar en sentido horario la válvula principal del cilindro de gas patrón. 4. En un tiempo aproximado de 5 minutos, verificar que la presión del manómetro primario no disminuya, registrando los valores iniciales y finales en el formato PM0313-09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases. 
b.3	Completar la conexión de todo el sistema de verificación/ajuste (cilindro – dilutor – generador de aire cero – analizador automático de gases).
b.4	Posteriormente realizar una verificación de fugas con el sistema de verificación/ajuste según los pasos, con el sistema apagado: 1. Abrir la válvula de salida del gas (open) y abrir la válvula principal del cilindro de gas patrón. (antihorario).

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	2. De manera inmediata cerrar en sentido horario la válvula principal del cilindro de gas patrón. En un tiempo aproximado de 5 minutos, verificar que la presión del manómetro primario no disminuya, registrando los valores iniciales y finales en el formato PM0313-09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases.
b.5	En caso exista fuga, identificarlo y repetir los anteriores pasos hasta que la prueba sea aceptable.
c.	Configuración del generador de aire cero
c.1	Conectar el cable poder del equipo a un tomacorriente de 220V.
c.2	Encender el equipo de generador de aire cero, y esperar que caliente a una temperatura según lo establecido en el manual del fabricante en un tiempo mínimo de diez (10) minutos.
c.3	Verificar que el manómetro del generador de aire cero se encuentre dentro de los 25 psi a 30 psi. En caso no llegue a esta presión, asegurar que no existan fugas en el sistema de conexión hacia el dilutor.
c.4	Conectar el cable poder del equipo a un tomacorriente de 220V.
d.	Configuración del dilutor
d.1	Conectar el cable poder del equipo a un tomacorriente de 220V.
d.2	Encender el equipo y esperar que inicie su sistema.
d.3	Cabe precisar que el dilutor ya viene configurado por la UF-OTEC con el gas patrón a usarse en campo, según precisiones del manual del fabricante.
d.4	Se recomienda revisar la información establecida en el rotulo del cilindro de gas patrón con la configuración realizada en el dilutor. En caso se necesite realizar alguna configuración adicional, referirse al manual del fabricante y con el soporte del personal UF-OTEC.
d.5	Posteriormente se recomienda revisar los valores de concentración de los gases según la secuencia que se va a requerir para realizar la verificación y/o ajuste correspondiente de aire cero y span.
d.6	Luego de haber culminado con la revisión y haber asegurado con las conexiones del sistema de verificación, proceder con la verificación y ajuste necesario.

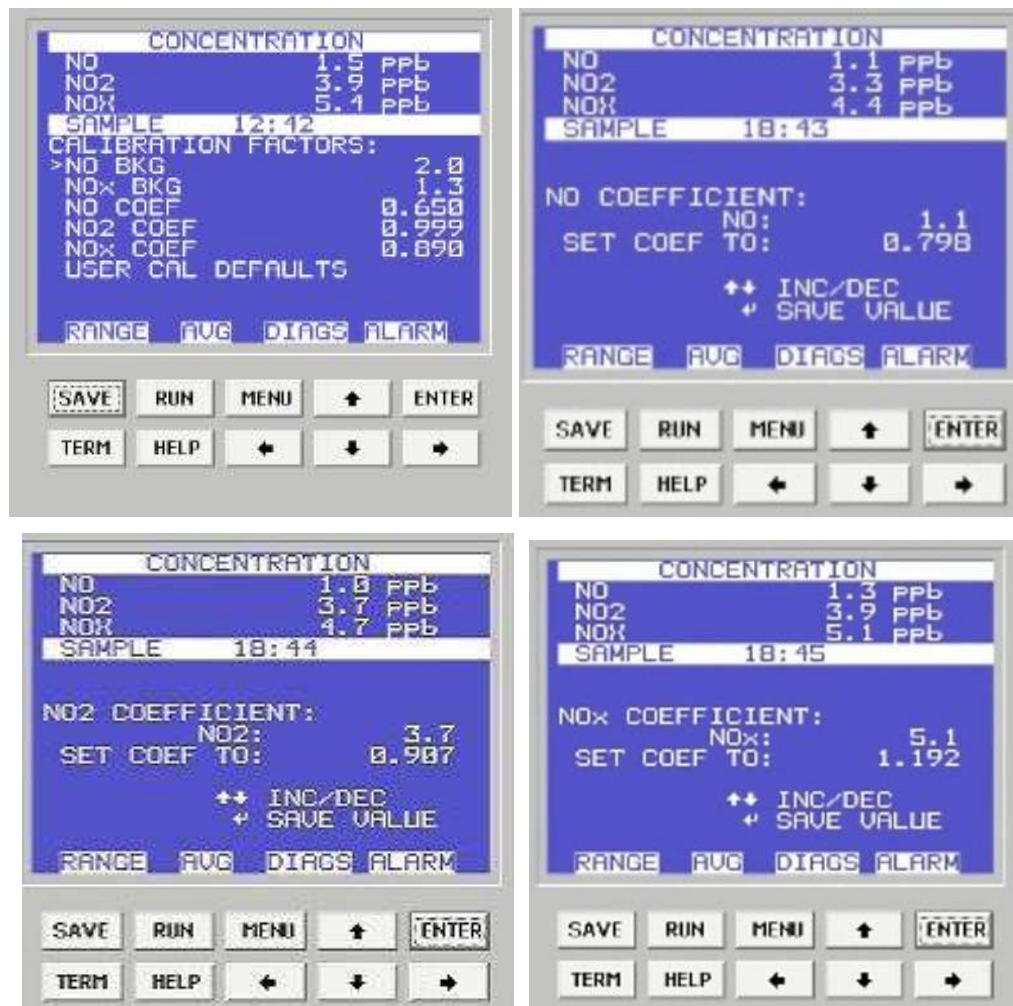
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.4.6	Verificación de aire cero
a.	Al culminar las configuraciones y conexiones del sistema de verificación/ajuste al analizador de gases, revisar o regular que la presión en el manómetro del generador aire cero se encuentre en 25 psi a 30 psi.
b.	Para iniciar el proceso de verificación de aire cero seleccionar en el dilutor el primer punto de la secuencia (cero) y verificar que la concentración de NO, NO _x en el analizador empiece a disminuir hasta tener una lectura estable del $\pm 3\%$ del error relativo del rango, en un periodo de tiempo mínimo de 10 minutos o un tiempo mayor en caso retorne de un mantenimiento correctivo.
c.	Si la lectura NO y NO _x en el analizador se encuentra dentro del $\pm 3\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable, caso contrario se procederá a realizar el ajuste correspondiente.
d.	Se recomienda realizar el ajuste en casos de que se evidencie que exista un comportamiento anómalo en las concentraciones.
e.	Antes de realizar el ajuste continuar con la verificación en el span.
2.4.7	Verificación de concentración conocida/span
a.	Seleccionar en el dilutor el número de punto del span al 60% del rango y verificar que la concentración de NO y NO_x en el analizador empiece a subir hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos. <i>Nota.</i> Realizar este proceso dos (2) veces, y verificar si se encuentra dentro del criterio de aceptación (registrar la última lectura).
b.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable, caso contrario se procederá a realizar el ajuste correspondiente.
2.4.8	Ajuste de aire cero
a.	Para realizar el ajuste, seleccionar en el dilutor el número de punto en 0 % (cero) del rango de trabajo.
b.	Para realizar el ajuste de cero en NO, ingresar a la siguiente ruta Menu> Calibration factors>NO Bkg>NO Background colocar el coeficiente respectivo y presionar la opción ↵ (enter), hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos. La lectura final debe de estar dentro de $\pm 3.0\%$ (error relativo) del rango.

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias. La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

	 
c.	Para realizar el ajuste de cero en NO₂, ingresar a la siguiente ruta Menu> Calibration factors>NOx Bkg>NOx Background y se elige un valor del BKG del NOx de tal manera que las mediciones de NO y NO₂ sean lo más cercanos posibles, y presionar la opción ↵ (enter), hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos. La lectura final debe de estar dentro de $\pm 3.0\%$ (error relativo) del rango.   <i>Nota.</i> Recuerde que la suma de las concentraciones de NO y NO₂, es igual a la concentración de NOx.
2.4.9	Ajuste de concentración conocida / span
a.	Posteriormente continuar con el ajuste de span al 80% del rango de trabajo para NO y NO₂, ingresando a la siguiente ruta Menu> Calibration factors>NO COEF, NO₂ COEF y determinar el coeficiente correspondiente para tener una concentración de span definido. Luego presionar la opción ↵ (enter) hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos o cuando se

estabilice las lecturas en el display del analizador. En el caso del “**NOx COEF**” este puede usarse para afinar el ajuste de NO₂ de manera indirecta, en caso sea necesario.



b. Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable.

c. Al culminar de realizar el ajuste en span al 80% del rango, inyectar aire cero durante aproximadamente 10 minutos y continuar con la verificación multipunto.

2.4.10 Verificación Multipunto

a. Solo se realizará la verificación multipunto, siempre y cuando se haya realizado ajustes en cero o span.

b. Para realizar la verificación Multipunto, seleccionar las concentraciones de NO en el dilutor la siguiente secuencia 80%, 60%, 40%, 20% y 0%, y posteriormente

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	verificar que la concentración en el analizador empiece tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos.
c.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, y la curva de calibración multipunto presente una pendiente entre 0.9 - 1.1, con un coeficiente de correlación ≥ 0.995 entonces la prueba será aceptable.
d.	Graficar la curva de verificación multipunto.
e.	En caso de que la pendiente y el coeficiente de correlación se encuentren fuera del criterio de aceptación, realizar nuevamente el ajuste.
2.4.11	Verificación de la eficiencia del convertidor
Para verificar la eficiencia del convertidor, asegurar que la eficiencia se encuentre dentro del 95%, y que la repetibilidad de las concentraciones de NOx (R2/R1,R3/R1...), del analizador sea lo más próximo a uno (1), por lo que se debe de seguir los siguientes pasos:	
b.	Con el generador de ozono deshabilitado seleccionar en el dilutor una concentración de NO puro entre el 10% al 90% e inyectar al analizador automático de gases de NO ₂ .
c.	Esperar un tiempo mínimo de diez (10) minutos hasta que los valores de NO y NOx estabilicen y registrar los valores de NOx (R ₁), NO (P ₁) que figuran en la pantalla de del analizador.
d.	Con el generador de ozono habilitado, seleccionar en el dilutor como mínimo 4 lecturas (se recomienda 20%, 40%, 60%, 80%, de la concentración entre el 10% y 90% de NO puro inyectado en el inciso b), esperar que los valores se estabilicen por un periodo mínimo de 10 minutos y anotar las concentraciones de NOx (R ₂ , R ₃ , ...) y la concentración de NO (P ₁ , P ₂ , ...), así como la concentración de NO ₂ .
e.	Luego de realizar las mediciones, determinar la eficiencia del convertidor de la última lectura realizada expresada en porcentaje mediante la fórmula: $\frac{(R_n - P_n) - (R_1 - P_1)}{P_1 - P_n} \times 100$ Donde:

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias. La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	Rn-Pn: son las concentraciones de óxidos totales y monóxido de nitrógeno respectivamente, para cada intensidad del sistema generador de ozono. Para calcular la eficiencia considerar como Rn y Pn el último valor de porcentaje de concentración de NO puro generado.
f.	En caso la eficiencia es inferior al 95%, se reemplaza o regenera el convertidor lo cual se procede mediante el “ numeral 5 y 6 de las Consideraciones Finales ”
2.4.12	Determinación del tiempo de residencia del gas en el sistema
	Para determinar el tiempo de residencia del gas en el sistema registrar los siguientes datos en el Anexo 2 “Determinación del tiempo de residencia para analizadores automático de gases” del formato PM0313-F09 “Verificación y ajuste de analizadores automático de gases”:
a.	Sección 1 - sonda cuello de ganzo: Registrar desde la entrada de muestra del ambiente hasta la entrada de gas al manifold el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
b.	Sección 2 - Manifold: Registrar desde la entrada de gas al manifold hasta la salida final del gas del manifold el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
c.	Sección 3 - Gas: Registrar desde la salida final del gas del manifold hasta la entrada al analizador de gases el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
d.	Luego de registrar los datos de cada sección de toda la línea de muestreo, se calculará el tiempo de residencia por cada sección usando la siguiente formula: Cálculo del tiempo de residencia = $\frac{3.14(Di^2) \times Longitud \times 0.015}{Flujo}$ <i>Nota.</i> Formula recomendada por el EPA en el Anexo F del Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program (2017).

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias. La integridad del documento y la autenticidad de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

e.	Luego de calcular el tiempo de residencia de cada sección se suma las 3 secciones y se obtendrá el tiempo de residencia total.
f.	La prueba es aceptable solo si el tiempo de residencia de toda la línea de muestreo es menor o igual a veinte (20) segundos.
2.4.13	Consideraciones finales
a.	Al finalizar cada una de las verificaciones y ajustes se debe de registrar los datos en el Formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases.
b.	Luego de culminar el registro subir la documentación al registro PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” ingresando en la siguiente ruta: https://desarrollo.oefa.gob.pe/deam/stec/bitacora02/ ⁴ , como archivo adjunto.
c.	Los criterios y frecuencia de la verificación, ajuste y mantenimiento preventivo de campo del equipo se detallan en el Anexo 1 del presente instructivo.
d.	En caso existiera alarmas recurrentes durante el proceso de verificación de parámetros operacionales éstas deberán ser informadas inmediatamente al jefe inmediato y comunicadas a la UF-OTEC para recibir el soporte correspondiente, a su vez deberá ser registrado en el formato PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” por el Operador de ensayo encargado.
e.	En caso de que el equipo estuviera fuera de los criterios de aceptación en el ajuste y/o verificación (Anexo 1), presente algún incidente y/o fallas, datos anómalos o atípicos, antes o durante del periodo de medición, informar al jefe inmediato para que envíe un correo al área de la UF-OTEC detallando lo sucedido y la solicitud de reemplazo de equipo, para que dicha área genere el requerimiento interno de equipos en el plazo más corto posible.
f.	Posterior a ello el personal del área de la UF-OTEC, procederá según el ítem 5.5 del Instructivo I-DEAM-PM0312-04 “Mantenimiento rutinario de Equipos”

2.5. Instalación y puesta en funcionamiento

2.5.1	Puesta en funcionamiento
a.	Luego de culminar las verificaciones y/o ajustes correspondientes en el analizador automático de gases, continuar con la puesta en funcionamiento.

⁴ Para ingresar al PM0313-F39 solicitar la creación de usuario y contraseña al Responsable Técnico de calidad de aire

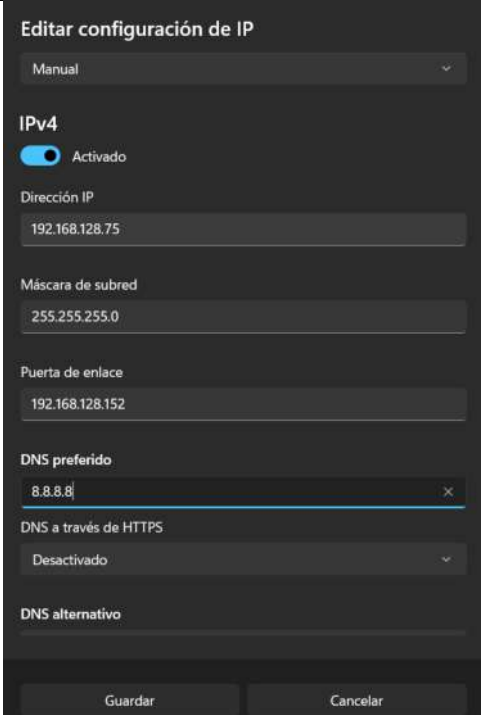
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

b.	Asegurar la conexión de la línea de muestreo de material de teflón a la entrada “ <i>sample</i> ” (muestra) y la conexión del “ <i>exhaust</i> ” a un ducto de la salida de la caseta.
c.	Asegurar la conexión de cable de energía.
d.	Asegurar las conexiones de red para la transmisión de los datos.
e.	En caso el manifold cuente con una bomba de succión asegurarse que se encuentre en funcionamiento.
f.	Verificar finalmente que la temperatura de la caseta se encuentre dentro del rango 20°C a 30 °C de temperatura.
g.	Cubrir los conectores del <i>manifold</i> que no se usen.
h.	Anotar la información de muestreo precisada en el formato PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” según el I-DEAM-PM0313-25 Instructivo de ensayos de campo de calidad de aire.
i.	Evaluar la consistencia de los datos registrados por el equipo, luego de la verificación y ajuste del analizador automático de gases.

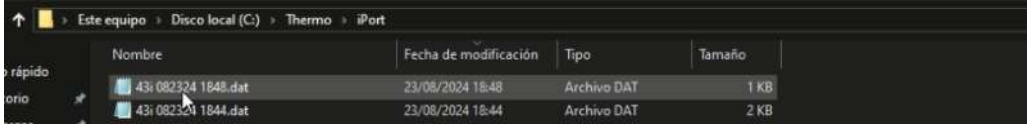
2.6. Descarga de datos

2.6.1	Descarga de datos mediante iPort
a.	Antes de realizar la descarga, realizar la siguiente configuración del IP en la laptop que se va a usar: 1. Conectar el cable Ethernet al equipo analizador de gases. 2. Ingresar a la ruta “Configuración>Red e internet>Ethernet” en la laptop. 3. Ingresar a la opción “editar” en “Asignación de IP”. 4. Seleccionar la opción “Manual”. 5. Activar la opción “IPv4” y llenar la información del IP del analizador automático de gases. Presionar Guardar, para grabar la información.

 Organismo de Evolución y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	
b.	Para realizar la descarga de datos mediante el puerto Ethernet, conectar el analizador de gases a la laptop, y ejecutar el programa Thermo iPort.
c.	En el menú “Instrument” seleccionar “Poll Serial o TCP Connect”,y luego en el submenú seleccionar “Config o IP Addresses”.
d.	Debe aparecer una ventana, la cual se debe maximizar. Seleccionar “<i>Instrument</i>” del menú principal y luego “<i>Load records</i>”. 
e.	Luego seleccionar el periodo o la cantidad de datos que necesitar descargar, y presionar “Ok”

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	 
f.	La descarga se realizará automáticamente con el nombre (modelo_mm-dd-aa hh:mm.dat) y se guardará en la ruta donde se haya instalado el programa, ejemplo: 
g.	Se creará un archivo en formato “.dat”, lo cual se podrá abrir con block de notas.

2.7. Mantenimiento preventivo en campo

Entiéndase por mantenimiento preventivo de campo a actividades que no impliquen operaciones invasivas o desarmado de partes delicadas o importantes en los equipos, estas actividades pueden ser limpieza externa e interna, cambios de filtro, etc, con el objetivo de prevención y prolongación de vida útil del equipo y mejora en la confiabilidad operativa.

Las frecuencias recomendadas para estas tareas pueden variar dependiendo del nivel de concentración de los contaminantes atmosféricos en la ubicación donde opera el equipo.

2.7.1	Cambio de Filtro (Mensual o cuando amerite)
a.	Desconectar el porta filtro de la entrada del manifold y el analizador.
b.	Desenroscar el porta filtro y mediante guantes de nitrilo realizar el cambio del filtro (teflón).
c.	Volver a enroscar y asegurar el porta filtro, y lo reinstalar como estaba inicialmente.

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.7.2	Limpieza de filtro del cooler del analizador (Mensual o cuando amerite)
a.	Retirar el filtro (esponja) que se encuentra ubicado en la parte externa del soporte del cooler del analizador.
b.	Lavar la esponja con agua, exprimir y dejar secar.
c.	Cuando la esponja ya se encuentre seca, ensamblar y reinstalar nuevamente.
2.7.3	Limpieza del manifold (Mensual o cuando amerite)
a.	Deshabilitar o apagar la bomba de succión del manifold, si es que hubiera.
b.	Realizar la limpieza interna del manifold mediante una escobilla flexible de cerdas de nilón o similar con agua, y por la parte externa de igual manera.
c.	Una vez terminada la limpieza, secar inyectando aire a una presión baja en la parte interna y externa.
d.	Posteriormente, colocar las conexiones a su posición original.
Al culminar todos los mantenimientos preventivos en campo, esperar un tiempo aproximado de diez (10) minutos para continuar con la medición.	

2.8. Desinstalación y desmontaje de equipos y accesorios

Apagar el equipo y desconectar todas las instalaciones realizadas y accesorios con cuidado. Desmontar todos los accesorios que dispone el equipo y guardarlos en sus respectivas maletas o cajas, para su transporte y almacenamiento.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Anexo 1

Criterios de aceptación y frecuencia requerida para la verificación, ajuste y mantenimiento preventivo en campo

Variable		Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
Estado de limpieza		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente o cuando amerite, luego de instalado el equipo.	Visual	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Prueba de Fugas		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo.	0 L/min <180 mmHg	N.A.	Manual del fabricante
Flujo		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo. 3. Si el flujo visualizado es mayor al $\pm 20\%$ del flujo inicial.	$\pm 4.1 \%$ (error relativo)		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Aire Cero	NO ₂	1. Al inicio de la operación de la estación	$\pm 3 \%$ (error relativo) del rango		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
	SO ₂	2. Semanalmente, luego de instalado el equipo			
	CO	1. Al inicio de la operación de la estación y después de cada periodo de muestreo. 2. Diario (si se usa continuamente)			
Span	NO ₂	1. Al inicio de la operación de la estación 2. Semanalmente, luego de instalado el equipo	$\pm 2.1 \%$ (error relativo) para un solo punto Span correspondiente al 60% del rango.	$\pm 2.1 \%$ (error relativo) para un punto Span correspondiente al 80% del rango.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (verificación) NTP ISO 7996:2019 (Ajuste)

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Variable		Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
	SO ₂		± 2.1 % (error relativo) para un solo punto Span correspondiente al 60% del rango.	± 2.1 % (error relativo) para un punto Span correspondiente al 80% del rango.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (verificación) NTP ISO 10498:2017(revisado 2022) (Ajuste)
	CO	1. Al inicio de la operación de la estación y después de cada periodo de muestreo. 2. Diario (si se usa continuamente)	± 2.1 % (error relativo) para un solo punto Span correspondiente al 80% del rango.	± 2.1 % (error relativo) para un punto Span correspondiente al 80% del rango.	NTP ISO 4224:2019 (Porcentaje de concentración generada ajuste y verificación) Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (Criterio de aceptación).
Verificación Multipunto	CO, NO ₂ , SO ₂	Luego de realizar el ajuste.	Pendiente: 0.9 - 1.1 coeficiente de correlación: ≥ 0.995	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Verificación del convertidor de NO ₂		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Anualmente, antes de la calibración. 3. Después de un mantenimiento correctivo.	Eficiencia > 95%	N.A.	NTP-ISO 7996:2019 Aire ambiental. Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno. Método de quimioluminiscencia
Tiempo de residencia		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Anualmente, antes de la calibración. 3. Después de un mantenimiento.	<20 segundos	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.

* Los criterios de aceptación están basados en el criterio más exigente precisado en el Manual, Método o Norma de referencia citado en la presente tabla.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo del analizador automático de gases de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) modelo 42iQ

I. OBJETIVO

Establecer las acciones para la instalación, verificación, uso y mantenimiento preventivo en campo del analizador automático de gases marca Thermo Scientific, modelo 42iQ, para la determinación de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) del aire ambiente.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Consideraciones preliminares

El/La operador/a de ensayos de calidad de aire debe considerar los siguientes criterios:

- Para la instalación y uso del equipo, considerar los criterios y requisitos técnicos establecidos en el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire”¹, NTP-ISO 7996:2019² y/o de acuerdo con lo establecido en el Manual del fabricante³.
- En la recepción de los equipos el/la Operador/a de ensayo deberá de revisar e inspeccionar en las instalaciones de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (en adelante, UF-OTEC), antes de la salida a campo que todos los accesorios y herramientas se encuentren completos usando el formato PM0309-F01 “Lista de verificación para equipos” así como dar conformidad al formato PM0309-F07 Verificación operacional de analizadores automáticos de gases, ejecutado por la UF-OTEC.
- El mantenimiento preventivo y correctivo, así como las configuraciones necesarias, verificaciones y ajustes del analizador es ejecutado por la UF-OTEC de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- El Gestor de ensayo de calidad de aire, es el responsable de hacer cumplir el presente documento.
- El Operador de ensayo de calidad de aire, es el responsable del correcto cumplimiento de lo establecido en el presente instructivo y usar la documentación vigente.

¹ Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM.

² NTP-ISO 7996:2019. “Aire Ambiental. Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno. Método de quimioluminiscencia”

³ 42iQ Instruction Manual – NO - NO₂ - NO_x Analyzer 117435-00. 5 Febrero 2024.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.2. Descripción del equipo

El Analizador consta de las siguientes partes y equipos:

Figura 1. Partes del Analizador Automático (Vista posterior)

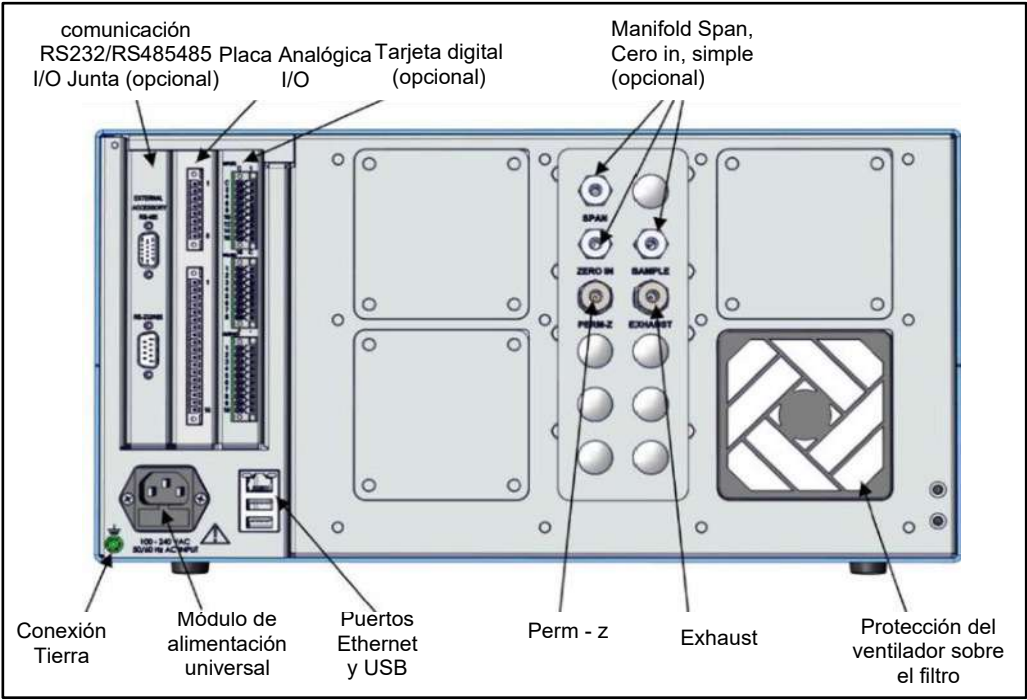
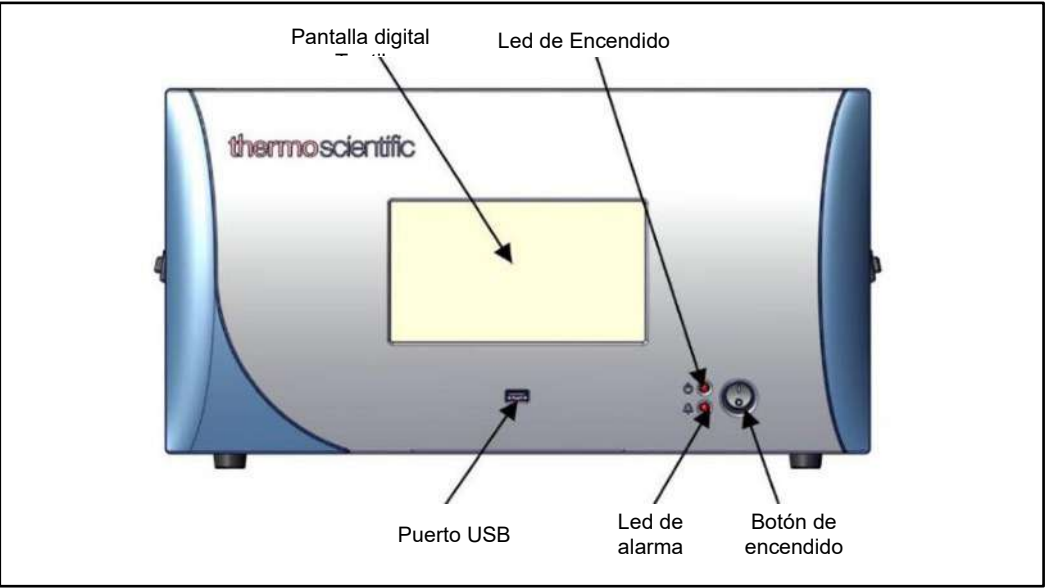


Figura 2. Partes del Analizador Automático (Vista frontal)

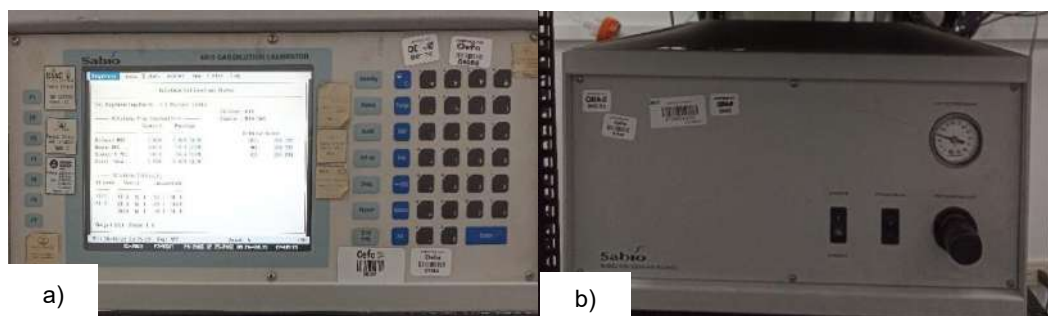


 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 3. a) caseta portátil, b) caseta móvil, c) caseta fija



Figura 4. a) calibrador por dilución de gases, b) generador de aire cero



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 5. Partes del balón de gas patrón



Figura 6. Calibrador de Flujo marca Mesalab modelos Defender y modelo BGI tetraCal

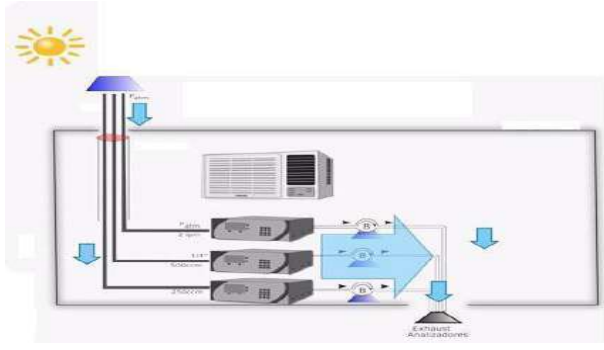


Figura 7. Termohigrómetro - VAISALA



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

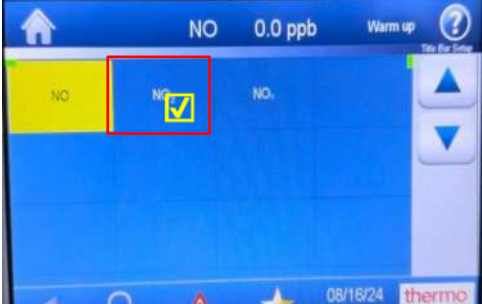
2.3. Armado del equipo y Configuración

2.3.1	Armado y Encendido
a.	Antes de la instalación del analizador de gases se debe de considerar los criterios técnicos precisados en el instructivo I-DEAM-PM0313-25 “Instructivo de ensayos de campo en calidad de aire”.
b.	Montar el analizador de gases de manera horizontal en una bandeja de aluminio en el interior de una caseta cerrada (shelter). Esta caseta debe contar con un equipo de aire acondicionado y/o calefacción según aplique que permita mantener la temperatura al interior de la caseta (portátil, fija o móvil) entre 20°C y 30°C.
c.	Encender el aire acondicionado y/o calefacción según aplique, setear y configurar a una temperatura ambiental de 25°C ±5°C antes de la instalación del analizador de gases, y esperar un tiempo aproximadamente de 10 minutos hasta que las condiciones ambientales internas del shelter se estabilice. 
d.	Conectar el analizador de gases a un tomacorriente a un voltaje de 220 V y una frecuencia de 60 hertz; la energía eléctrica deberá ser de la red o proporcionada de un generador eléctrico, luego será rectificada mediante un Uninterruptible Power Supply (UPS) el mismo que servirá de respaldo en posibles fluctuaciones o cortes de energía eléctrica. <i>Nota.</i> El analizador de gases se suministra con un cable de conexión a tierra de tres hilos. En ninguna circunstancia se debe anular este sistema de puesta a tierra.
e.	Encender el analizador de gases y esperar un tiempo mínimo de 120 minutos y/o desaparezcan las alarmas, para que se estabilicen los parámetros de funcionamiento.
f.	Durante el tiempo que el analizador de gases se está estabilizando, revisar y/o realizar las configuraciones de fecha y hora del analizador, parámetros de

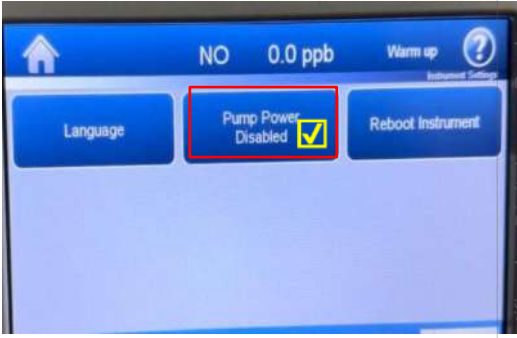
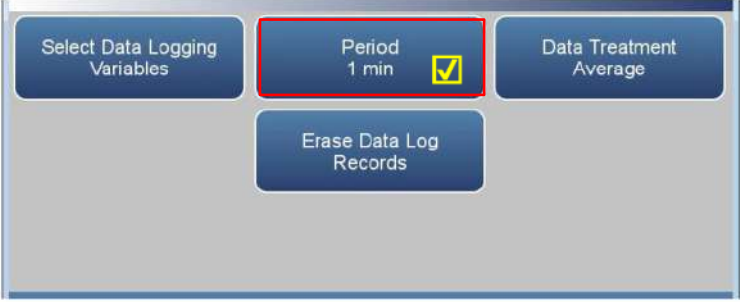
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	medición, rangos de operación, intervalos de tiempo de registro y otras configuraciones necesarias. Asimismo, luego de los ciento veinte (120) minutos mínimos de estabilización, proceder a realizar las verificaciones y ajustes correspondientes.
2.3.2	Configuración del analizador
	A continuación, se detalla las configuraciones necesarias para el funcionamiento y medición de analizador, por lo que no deberán de ser modificadas luego del inicio del muestreo, a excepción que se realicen actividades de verificaciones y/o ajustes necesarios, incidencias que pudieran ocurrir (cortes de luz, mantenimientos, etc). Antes de iniciar con el periodo de muestreo, revisar que las configuraciones realizadas por el personal de la UF-OTEC se hayan realizado correctamente, caso contrario actualizarlas.
a.	Configuración de fecha y hora del equipo
a.1	Revisar que la fecha y hora del equipo se encuentre actualizada en tiempo real en la pantalla digital de inicio. 
a.2	En caso que no estén en tiempo real proceder a actualizar la fecha (date) en formato europeo (european format: <u>dd/mm/yyyy</u>), la hora (time) en <u>formato (hh:mm:ss)</u>, zona horaria (time zone) en <u>formato UTC 5</u>, servidor de tiempo (ime server) en <u>modo desactivado</u> según la siguiente ruta Home Screen>Setting>Instrument Setting>Clock y guardar los cambios presionando en la pantalla digital la opción “commit”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).

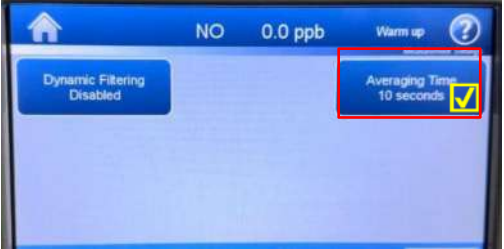
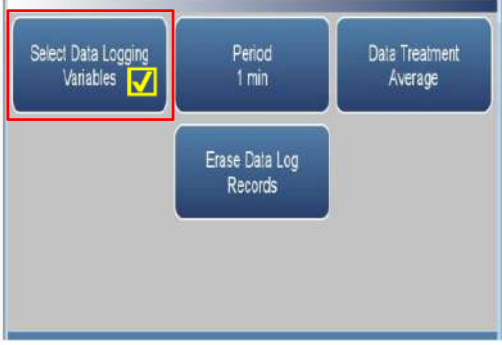
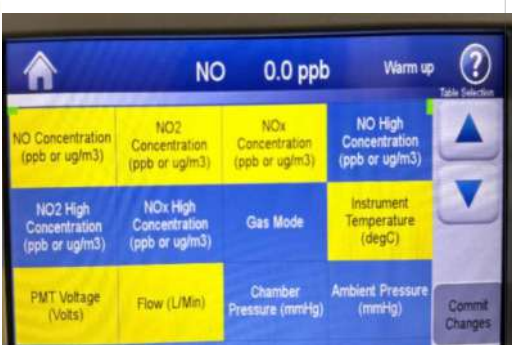
 Organismo de Evolución y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	 
b.	Configuración del título del parámetro en la pantalla digital de inicio
b.1	Revisar que el título del parámetro a mostrar en la pantalla digital de inicio esté configurado como NO₂, ingresando a la siguiente ruta: Home Screen> Setting>Instrument Setting>Title Bar Setup. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).  
c.	Configuración del ozono
c.1	Para activar el generador de ozono las siguientes opciones deben de estar en modo “Enabled” (color amarillo), por lo que, si no se encuentra, proceder a actualizar ingresando a la ruta Home Screen> Setting>Instrument Setting. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita). 
d.	Configuración de la bomba de succión
d.1	Luego del encendido la bomba estará activa de manera automática, por lo que en caso se necesite deshabilitar para realizar alguna verificación, se debe de

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	ingresar a la siguiente ruta Home Screen> Setting>Instrument Setting>More>Pump Power y desahabilitar (Disabled) tocando la opción de “Pump Power” en la pantalla digital del analizador. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).  
e.	Configuración de intervalo de registro de datos
e.1	Para la configuración del intervalo de registro de datos de forma manual, ingresar a la siguiente ruta Home Screen>Data>Advanced>Data Logging Setup, actualizar o definir el periodo de registro en cinco (05) minutos presionando la opción de “Period” en la pantalla digital del analizador de datos y guardar presionando la opción “commit”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita). 
e.2	Para la visualización de los valores concentración de NO₂ en la pantalla digital del analizador ir a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Averaging Time (single range mode) y seleccionar como “averaging time” un periodo de sesenta (60) segundos. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita). Cabe indicar que, la opción “Dynamic Filtering” debe de estar en modo “Disabled” (deshabilitado).

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	  <i>Nota.</i> Al realizar verificaciones y/o ajustes en cero/span, considerar el tiempo promedio en 300 segundos (tiempo máximo del analizador).
f.	Configuración del registro de variables de medición
f.1	Para la configuración del registro de los variables de medición ir a la siguiente ruta Home Screen>Data>Advanced>Data Logging Setup>Select Data Logging Variables y seleccionar las siguientes variables presionando en la pantalla digital para habilitar (color amarillo) o deshabilitar. Luego guardar los cambios presionando la opción “commit changes”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).   Las variables mínimas que debe de contar el analizador de gases son: - NO Concentration (ppb) - NO₂ Concentration (ppb) - NO_x Concentration (ppb) - Instrument Temperature (°C) - PMT Voltage (Volts)

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	- Flow (l/min) - Chamber Pressure (mmHg) - Ambient Pressure (mmHg) - Converter Temperature (°C) - General Alarm <i>Nota.</i> Al quitar o añadir una variable, inicia una nueva data de registro y se elimina toda la data anterior.
g.	Configuración de rangos de operación
g.1	Para establecer el rango de trabajo ingresar a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Range Mode Selection y presionar en la pantalla táctil del analizador la opción de rango único “single”, lo cual estará habilitado si se pone de color amarillo. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).  
g.2	Posteriormente retroceder presionando la opción de () , e ingresar a la opción de “Range Setting” y establecer el rango de trabajo de acorde al certificado de calibración para los parámetros NO, NOx, NO₂ (ejemplo: rango máximo 500 ppb). Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).

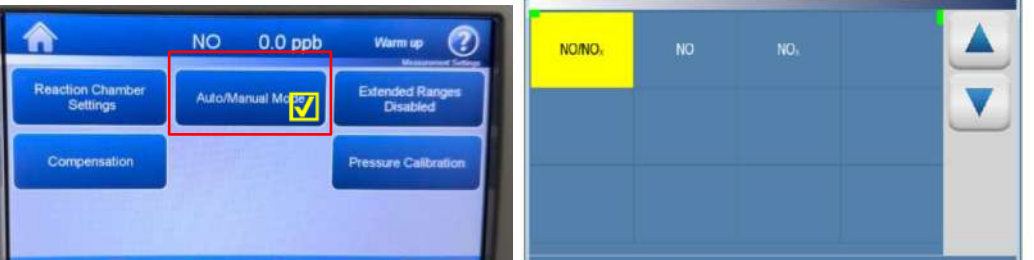
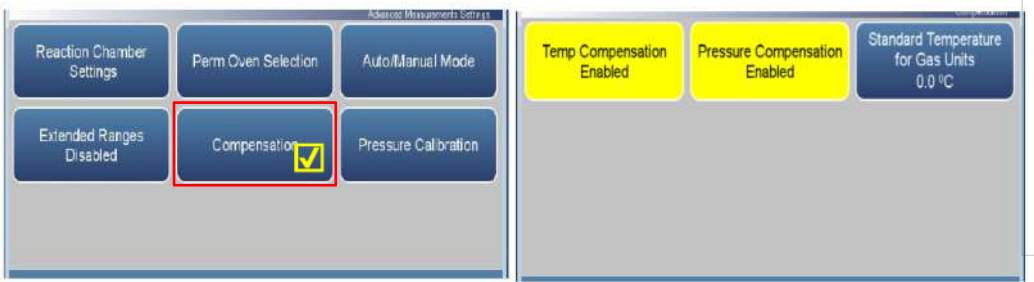
Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias. La integridad del documento y la autoridad de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

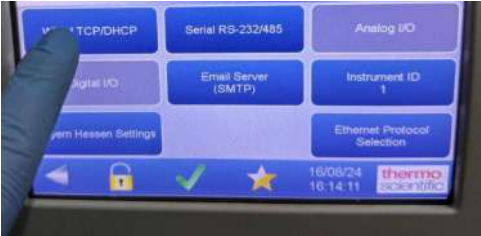
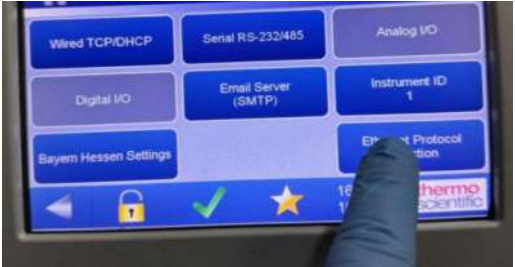
	 
h.	Configuración de la entrada de gas en el analizador.
h.1	Para realizar la configuración de medición de la entrada de gas al analizador ir a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Gas Mode, y seleccionar el modo de entrada del gas que se va a medir (en caso el modelo cuente con esta entrada, caso contrario se considera “Sample”): - Sample: Se configura para que el analizador mida el gas de la muestra del ambiente. - Cero: Se configura para realizar la verificación y/o ajuste de aire cero; al seleccionar esta opción el analizador se configura en modo cero. - Span: Se configura para realizar la verificación y/o ajuste del span; al seleccionar el analizador se configura en modo span.   <i>Nota.</i> Se advierte durante el periodo de muestreo el Operador de ensayo debe asegurarse que la opción de entrada de gas se encuentre en “sample”
i..	Configuración de las unidades de la concentración
i.1	Para realizar la configuración de las unidades de la concentración de NO, NO₂, NO_x ir a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Gas Units, y seleccionar como unidad de medida “ppb”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).

La integridad del documento y la autoridad de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	
J	Configuración de visualización de parámetros en la pantalla de inicio
j.1	Para visualizar en la pantalla principal las concentraciones de los parámetros de NO, NO2, y NOx ingresar a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Advanced Measurement Settings>Auto/Manual Mode y seleccionar la opción de “NO/NOx”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita).  <i>Nota.</i> Se precisa que, la opción Extended Ranges debe de estar en modo “disabled”.
k.	Configuración de compensación de temperatura y presión
k.1	Ingresa a la siguiente ruta Home Screen>Settings>Measurement Settings>Advanced Measurement Settings>Compensation y <u>habilitar</u> las opciones de “Temp Compensation” y “Pressure Compensation”. Se encontrará habilitado cuando cambie a color Amarillo y aparezca como “Enabled”. Para regresar a la pantalla de inicio presionar la opción de  (casita). 
I.	Configuración del Analizador automático para transmisión por telemetría

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

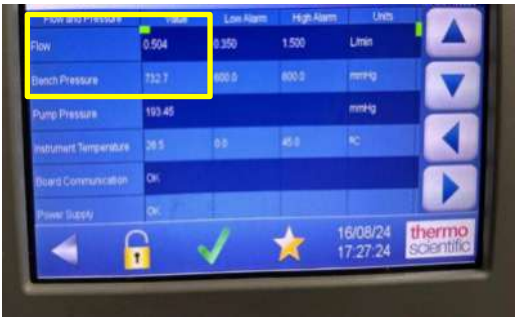
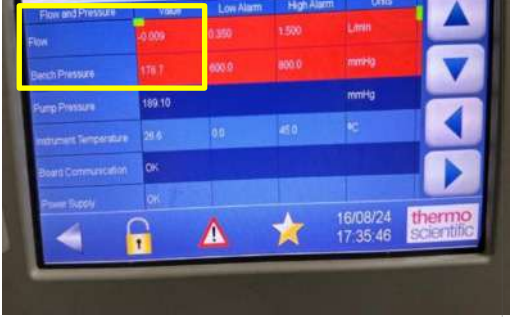
I.1	En caso se necesite realizar la transmisión de los datos de las mediciones ambientales de manera remota (telemetría), deberá de ser realizado según las consideraciones del I-DEAM-PM0313-34 Instructivo de Implementación y transmisión de información mediante el Sistema de Telemetría en las estaciones de monitoreo ambiental, por lo que para realizar la configuración del analizador se debe de ingresar a la siguiente ruta settings>Communication>Wired TCP/DHCP, deshabilitar la opción “DHCP” y colocar la configuración de IP (ejemplo: 192.168.1.XX) que será proporcionado por el Responsable Técnico de Calidad de Aire.  
I.2	Posteriormente retroceder presionando la opción de (◀), y seleccionar el modo de protocolo “Modbus”, para que inicie con la transmisión.  
I.3	Los parámetros que se transmitirán serán seleccionados en el programa a usar, las cuales son los registros 1,3,5,35,41,47,49,51,514, como mínimo de la tabla de registro de Modbus –THERMO 42iQ,42iQHL,42iQLS,42iQTL.

2.4. Verificación y/o ajuste del Analizador Automático de gases

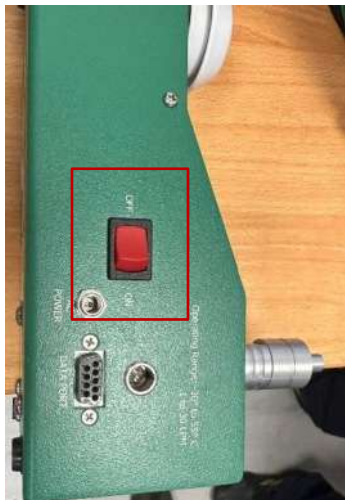
Luego de que el analizador se encuentre configurado, proceder con las siguientes verificaciones en las frecuencias establecidas en el Anexo 1, antes de completar la instalación.

2.4.1	Verificación del estado de Parámetros operacionales
a.	Luego de haber transcurrido los 120 minutos de estabilización como mínimo, registrar en el formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizador

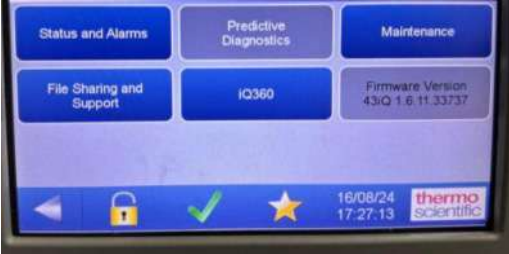
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	automático de gases, la información del equipamiento, las condiciones ambientales internas de la caseta (fija, móvil o portátil) inicial (antes de la verificación) y final (después de la verificación), el rango máximo de trabajo y luego proceder a realizar la verificación del estado de parámetros operacionales del analizador automático de gases, evaluando si es conforme o no, antes de iniciar las verificaciones y/o ajustes, y al culminar el proceso de las verificaciones y/o ajustes, dependiendo del valor que figura en el analizador de gases.
b.	En caso hubiera alguna alarma presente, o algún parámetro se encuentre fuera del rango, realizar los ajustes necesarios para corregirlo. Si la alarma persiste o no se pudiera corregir, realizar las acciones según lo precisado en el inciso “e” del “ítem de consideraciones finales”.
2.4.2	Verificación prueba de fuga
a.	Antes de empezar con las verificaciones realizar la prueba de fuga, para lo cual se deberá taponear la toma de muestra “sample” del analizador de gases.
b.	Ingresar a la siguiente ruta Check ✓>Status and Alarms>Flow and Pressure> y en un periodo de cinco (5) minutos aproximadamente verificar que el flujo oscile a 0 L/min y que la presión se encuentre menor a 180 mmHg.  
c.	En caso la prueba no sea conforme, identificar la fuga y repetir el proceso nuevamente.
d.	En caso el flujo sea 0 y la presión sea mayor a 180 mmHg, o al contrario, informar al jefe inmediato y proceder según el inciso “e” del “ítem de Consideraciones finales”.
2.4.3	Verificación de flujo
a.	Para realizar la verificación de flujo y se use el verificador de flujo marca Mesalab modelo Defender, encender el equipo verificador de flujo presionando el botón  por unos segundos hasta que el equipo encienda, y mediante el botón

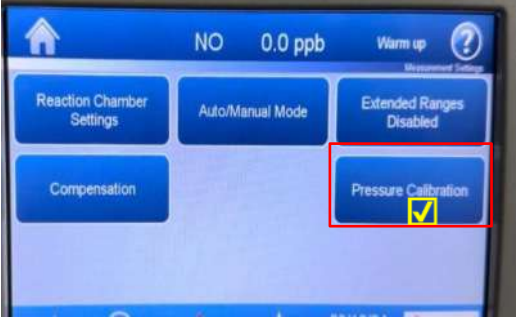
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	“enter” seleccionar la opción “measure”. Luego seleccionar la opción “single” para leer un flujo de manera única ó “continue” para realizar la lectura de flujo de manera continua y automática.  <i>Nota.</i> Se recomienda usar el calibrador de flujo, energizándolo directamente con su fuente de alimentación de energía, puesto que la batería interna tiene un tiempo de vida, y no sea suficiente para que el equipo funcione correctamente. A su vez se debe de posicionar el equipo en una superficie plana			
b.	Para realizar la verificación de flujo y se use el verificador de flujo marca Mesalab modelo BGI - Tetracal, encender el equipo verificador de flujo presionando el interruptor posterior derecho (ON/OFF), colocar el venturi más largo N° 132/3 (Rango: 0.1 lpm a 1.2 lpm) e insertar el adaptador para manguera.  <table><tr><td>botón de encendido</td><td>imagen frontal</td><td>venturis</td></tr></table>	botón de encendido	imagen frontal	venturis
botón de encendido	imagen frontal	venturis		
c.	Verificación 1: Posteriormente para realizar la verificación de flujo, se debe conectar el verificador de flujo en la entrada de muestra “sample” del analizador y el otro extremo en la entrada del verificador de flujo. Luego ingresar a la siguiente ruta Check ✓>Status and Alarms>Flow and Pressure> para			

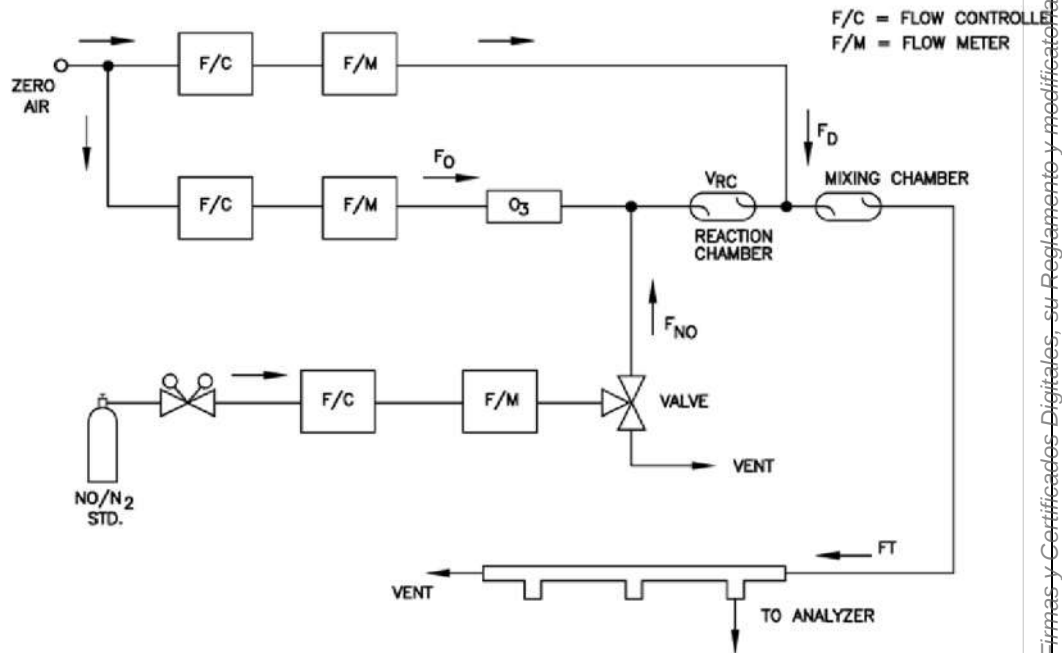
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	visualizar el flujo del analizador y comparar el valor que se visualiza en el patrón lo cual debe de estar dentro del criterio de aceptación $\pm 4.1\%$ (error relativo).   <i>Nota.</i> Para el caso del equipo verificador de flujo marca Mesalab modelo BGI Tetracal, registrar el caudal ambiental (Qa).
d.	En caso de que el flujo del analizador se encuentre fuera del criterio de aceptación, realizar el ajuste correspondiente, según lo precisado en el ítem 2.4.6 Ajuste de flujo.
e.	Verificación 2: En caso de que el flujo de muestreo se ha modificado más del $\pm 20\%$ del valor inicial, verificar la saturación del filtro de partículas incorporado, para ello se conecta una manguera en un extremo del verificador de flujo, y el otro extremo en la manguera antes de la entrada del portafiltro (manguera que va al manifold). Luego ingresar a la siguiente ruta: Menú>Diagnostic>Flow, para visualizar el flujo del analizador y compararlo con el valor que se visualiza en el equipo verificador lo cual debe de estar dentro del 5%.
f.	Si en la verificación 2 el flujo supera el 5%, reemplazar el filtro.
2.4.4	Ajuste de flujo
a	Para realizar el ajuste de flujo, desactivar la bomba (Pump Power disable) ingresando a la siguiente ruta settings>Instrument settings>Pump Power lo cual se quitará el color amarillo.  
b	Luego ingresar a la siguiente ruta: settings>Measurement settings>Advanced measurement settings>pressure calibration, y colocar el valor de la presión ambiental - in situ del barómetro, en las dos opciones de “atmospheric Sensor

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	1” y “atmospheric sensor 2” y presionar start en la pantalla digital táctil del analizador, para que el valor se ajuste.  
C	Luego volver a activar la bomba (Pump Power enable) ingresando a la siguiente ruta settings>Instrument settings>Pump Power lo cual se coloreará otra vez en amarillo y el flujo empezará a subir.  
d	Posteriormente, a dos minutos aproximadamente, verificar el flujo ajustado según lo indicado en el inciso “c” del ítem 2.4.3 Verificación de flujo” lo cual debe de estar dentro del criterio de aceptación de $\pm 4.1\%$ (error relativo). Cabe precisar que el flujo es obtenido mediante el diferencial de presiones.
e	Repetir el proceso en caso sea necesario hasta que el equipo se encuentre dentro de los criterios de aceptación.
2.4.5	Verificación de aire cero y concentración conocida span
a.	Consideraciones Previas
a.1	Para realizar la verificación/ajuste correspondiente de aire cero y concentraciones de span, conectar el analizador de gases y el sistema de verificación/ajuste in situ, según el orden que figura en la siguiente imagen. Usar un filtro de teflón en la línea de muestra antes de que el gas ingrese al analizador.

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificaciones
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firma Peru.gob.pe/web/validador.xhtml>



a.2

Cabe indicar que la velocidad de flujo en el colector de salida (dilutor) debe ser mayor que el flujo total requerido por el analizador y cualquier otra demanda de flujo conectada al colector (dilutor).

a.3

Para la instalación del sistema de verificación/ajuste seguir los siguientes pasos que se detalla a continuación.

b.

Uso del gas patrón

b.1

Revisar que el regulador de gases se encuentre sellado y la válvula general del cilindro se encuentre cerrado.

b.2

Para realizar la prueba de fuga en el cilindro de gas patrón realizar los siguientes pasos:

1. Conectar el sistema regulador de presión al cilindro de gas patrón.
2. Cerrar la válvula de salida del gas (close) y abrir la válvula principal del cilindro de gas patrón (antihorario).
3. De manera inmediata cerrar en sentido horario la válvula principal del cilindro de gas patrón.
4. En un tiempo aproximado de 5 minutos, verificar que la presión del manómetro primario no disminuya, registrando los valores iniciales y finales en el formato PM0313-09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases.

		
b.3	Completar la conexión de todo el sistema de verificación/ajuste (cilindro – dilutor – generador de aire cero – analizador automático de gases).	
b.4	Posteriormente realizar una verificación de fugas con el sistema de verificación/ajuste según los pasos, con el sistema apagado: 1. Abrir la válvula de salida del gas (open) y abrir la válvula principal del cilindro de gas patrón. (antihorario). 2. De manera inmediata cerrar en sentido horario la válvula principal del cilindro de gas patrón. En un tiempo aproximado de 5 minutos, verificar que la presión del manómetro primario no disminuya, registrando los valores iniciales y finales en el formato PM0313-09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases.	
b.5	En caso exista fuga, identificarlo y repetir los anteriores pasos hasta que la prueba sea aceptable.	
c.	Configuración del generador de aire cero	
c.1	Conectar el cable poder del equipo a un tomacorriente de 220V.	
c.2	Encender el equipo de generador de aire cero, y esperar que caliente a una temperatura según lo establecido en el manual del fabricante en un tiempo mínimo de diez (10) minutos.	
c.3	Verificar que el manómetro del generador de aire cero se encuentre dentro de los 25 psi a 30 psi. En caso no llegue a esta presión, asegurar que no existan fugas en el sistema de conexión hacia el dilutor.	
c.4	Conectar el cable poder del equipo a un tomacorriente de 220V.	

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

d.	Configuración del dilutor
d.1	Conectar el cable poder del equipo a un tomacorriente de 220V.
d.2	Encender el equipo y esperar que inicie su sistema.
d.3	Cabe precisar que el dilutor ya viene configurado por la UF-OTEC con el gas patrón a usarse en campo, según precisiones del manual del fabricante.
d.4	Se recomienda revisar la información establecida en el rotulo del cilindro de gas patrón con la configuración realizada en el dilutor. En caso se necesite realizar alguna configuración adicional, referirse al manual del fabricante y con el soporte del personal UF-OTEC.
d.5	Posteriormente se recomienda revisar los valores de concentración de los gases según la secuencia que se va a requerir para realizar la verificación y/o ajuste correspondiente de aire cero y span.
d.6	Luego de haber culminado con la revisión y haber asegurado con las conexiones del sistema de verificación, proceder con la verificación y ajuste necesario.
2.4.6	Verificación de aire cero
a.	Al culminar las configuraciones y conexiones del sistema de verificación/ajuste al analizador de gases, revisar o regular que la presión en el manómetro del generador aire cero se encuentre en 25 psi a 30 psi.
b.	Para iniciar el proceso de verificación de aire cero seleccionar en el dilutor el primer punto de la secuencia (cero) y verificar que la concentración de NO, NO _x en el analizador empiece a disminuir hasta tener una lectura estable del $\pm 3\%$ del error relativo del rango, en un periodo de tiempo mínimo de 10 minutos o un tiempo mayor en caso retorne de un mantenimiento correctivo.
c.	Si la lectura NO y NO _x en el analizador se encuentra dentro del $\pm 3\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable, caso contrario se procederá a realizar el ajuste correspondiente.
d.	Se recomienda realizar el ajuste en casos de que se evidencie que exista un comportamiento anómalo en las concentraciones.
e.	Antes de realizar el ajuste continuar con la verificación en el span.
2.4.7	Verificación de concentración conocida/span
a.	Seleccionar en el dilutor el número de punto del span al 60% del rango y verificar que la concentración de NO y NO _x en el analizador empiece a subir hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	<i>Nota.</i> Realizar este proceso dos (2) veces, y verificar si se encuentra dentro del criterio de aceptación (registrar la última lectura).
b.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable, caso contrario se procederá a realizar el ajuste correspondiente.
2.4.8	Ajuste de aire cero
a.	Para realizar el ajuste, seleccionar en el dilutor el número de punto en 0 % (cero) del rango de trabajo.
b.	Para realizar el ajuste de cero, en NO ingresar a la siguiente ruta Calibration>Advanced calibration>Adjust Background colocar un valor de cero y presionar la opción calibrate, hasta tener una lectura estable en un periodo de 10 minutos. La lectura final debe de estar dentro de $\pm 3.0\%$ (error relativo) del rango.
c.	Para realizar el ajuste de cero en NO ₂ , ingresar a la siguiente ruta Calibration>Advanced calibration>Adjust Background y se elige un valor del BKG del NO _x de tal manera que las mediciones de NO y NO ₂ sean lo más cercanos posibles, y presionar la opción “ calibrate ” hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de 10 minutos. La lectura final debe de estar dentro de $\pm 3.0\%$ (error relativo) del rango. <i>Nota.</i> Recuerde que la suma de las concentraciones de NO y NO ₂ , es igual a la concentración de NO _x .
2.4.9	Ajuste de concentración conocida / span
a.	Posteriormente continuar con el ajuste de Span al 80% del rango de trabajo para el NO y NO ₂ , ingresando a la siguiente ruta Calibration>Advanced calibration>Adjust Span Coefficient determinar el coeficiente correspondiente para tener una concentración de Span definido. Luego presionar la opción “ calibrate ” hasta tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos o cuando se estabilice las lecturas en el display del analizador. En el caso del “ Adjust NO_x ” este puede usarse para afinar el ajuste de NO ₂ de manera indirecta, en caso sea necesario.
b.	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, entonces la prueba será aceptable.
c.	Al culminar de realizar el ajuste en span al 80% del rango, inyectar aire cero durante aproximadamente 10 minutos y continuar con la verificación multipunto

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.4.10	Verificación Multipunto
a	Solo se realizará la verificación multipunto, siempre y cuando se haya realizado ajustes en cero o span.
b	Para realizar la verificación Multipunto, seleccionar las concentraciones de NO en el dilutor la siguiente secuencia 80%, 60%, 40%, 20% y 0%, y posteriormente verificar que la concentración en el analizador empiece tener una lectura estable en un periodo mínimo de diez (10) minutos.
c	Si la lectura en el analizador se encuentra dentro del $\pm 2.1\%$ del error relativo del rango, y la curva de calibración multipunto presente una pendiente entre 0.9 - 1.1, con un coeficiente de correlación ≥ 0.995 entonces la prueba será aceptable.
d.	Graficar la curva de verificación multipunto.
e.	En caso de que la pendiente y el coeficiente de correlación se encuentren fuera del criterio de aceptación, realizar nuevamente el ajuste.
2.4.11	Verificación de la Eficiencia del Convertidor
Para verificar la eficiencia del convertidor, asegurar que la eficiencia se encuentre dentro del 95%, y que la repetibilidad de las concentraciones de NOx (R2/R1,R3/R1...), del analizador sea lo más próximo a uno (1), por lo que se debe de seguir los siguientes pasos:	
a.	Con el generador de ozono deshabilitado seleccionar en el dilutor una concentración de NO puro entre el 10% al 90% e inyectar al analizador automático de gases de NO ₂ .
b.	Esperar un tiempo mínimo de diez (10) minutos hasta que los valores de NO y NOx estabilicen y registrar los valores de NOx (R ₁), NO (P ₁) que figuran en la pantalla de del analizador.
c.	Con el generador de ozono habilitado, seleccionar en el dilutor como mínimo 4 lecturas (se recomienda 20%, 40%, 60%, 80%, de la concentración entre el 10% y 90% de NO puro inyectado en el inciso b), esperar que los valores se estabilicen por un periodo mínimo de 10 minutos y anotar las concentraciones de NOx (R ₂ , R ₃ , ...) y la concentración de NO (P ₁ , P ₂ , ...), así como la concentración de NO ₂ .
d.	Luego de realizar las mediciones, determinar la eficiencia del convertidor de la última lectura realizada expresada en porcentaje mediante la fórmula:

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	$\frac{(R_n - P_n) - (R_1 - P_1)}{P_1 - P_n} \times 100$ Donde: Rn-Pn: son las concentraciones de óxidos totales y monóxido de nitrógeno respectivamente, para cada intensidad del sistema generador de ozono. Para calcular la eficiencia considerar como Rn y Pn el último valor de porcentaje de concentración de NO puro generado.
e.	En caso la eficiencia es inferior al 95%, se reemplaza o regenera el convertidor lo cual se procede mediante el “ numeral 5 y 6 de las Consideraciones Finales ”
f.	La prueba es aceptable solo si el tiempo de residencia de toda la línea de muestreo es menor o igual a veinte (20) segundos.
2.4.12	Determinación del tiempo de residencia del gas en el sistema
	Para determinar el tiempo de residencia del gas en el sistema registrar los siguientes datos en el Anexo 2 “Determinación del tiempo de residencia para analizadores automático de gases” del formato PM0313-F09 “Verificación y ajuste de analizadores automático de gases”:
a.	Sección 1 - sonda cuello de gancho: Registrar desde le entrada de muestra del ambiente hasta la entrada de gas al manifold el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
b.	Sección 2 - Manifold: Registrar desde la entrada de gas al manifold hasta la salida final del gas del manifold el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
c.	Sección 3 - Gas: Registrar desde la salida final del gas del manifold hasta la entrada al analizador de gases el tipo de material, diámetro interno en unidades de milímetro (mm), longitud en unidades de metro (m) y flujo en unidades de litro por minuto (lpm).
d.	Luego de registrar los datos de cada sección de toda la línea de muestreo, se calculará el tiempo de residencia por cada sección usando la siguiente formula:

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	Cálculo del tiempo de residencia = $\frac{3.14(Di^2) \times Longitud \times 0.015}{Flujo}$ <i>Nota.</i> Formula recomendada por el EPA en el Anexo F del Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program (2017).
e.	Luego de calcular el tiempo de residencia de cada sección se suma las 3 secciones y se obtendrá el tiempo de residencia total.
f.	La prueba es aceptable solo si el tiempo de residencia de toda la línea de muestreo es menor o igual a veinte (20) segundos.
2.4.13	Consideraciones finales
a.	Al finalizar cada una de las verificaciones y ajustes se debe de registrar los datos en el Formato PM0313-F09 Verificación y ajuste de analizadores automáticos de gases.
b.	Luego de culminar el registro subir la documentación al registro PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” ingresando en la siguiente ruta: https://desarrollo.oefa.gob.pe/deam/stec/bitacora02/ ⁴ , como archivo adjunto.
c.	Los criterios y frecuencia de la verificación, ajuste y mantenimiento preventivo de campo del equipo se detallan en el Anexo 1 del presente instructivo.
d.	En caso existiera alarmas recurrentes durante el proceso de verificación de parámetros operacionales éstas deberán ser informadas inmediatamente al jefe inmediato y comunicadas a la UF-OTEC para recibir el soporte correspondiente, a su vez deberá ser registrado en el formato PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” por el Operador de ensayo encargado.
e.	En caso de que el equipo estuviera fuera de los criterios de aceptación en el ajuste y/o verificación (Anexo 1), presente algún incidente y/o fallas, datos anómalos o atípicos, antes o durante del periodo de medición, informar al jefe inmediato para que envíe un correo al área de la UF-OTEC detallando lo sucedido y la solicitud de reemplazo de equipo, para que dicha área genere el requerimiento interno de equipos en el plazo más corto posible.
f.	Posterior a ello el personal del área de la UF-OTEC, procederá según el ítem 5.5 del Instructivo I-DEAM-PM0312-04 “Mantenimiento rutinario de Equipos”

⁴ Para ingresar al PM0313-F39 solicitar la creación de usuario y contraseña al Responsable Técnico de calidad de aire

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

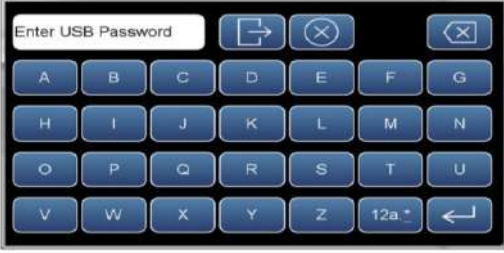
2.5. Instalación y Puesta en funcionamiento

2.5.1	Puesta en funcionamiento
a.	Luego de culminar las verificaciones y/o ajustes correspondientes en el analizador automático de gases, continuar con la puesta en funcionamiento.
b.	Asegurar la conexión de la línea de muestreo de material de teflón a la entrada “sample” (muestra) y la conexión del “exhaust” a un ducto de la salida de la caseta.
c.	Asegurar la conexión de cable de energía.
d.	Asegurar las conexiones de red para la transmisión de los datos.
e.	En caso el manifold cuente con una bomba de succión asegurarse que se encuentre en funcionamiento.
f.	Verificar finalmente que la temperatura de la caseta se encuentre dentro del rango 20°C a 30 °C de temperatura.
g.	Cubrir los conectores del <i>manifold</i> que no se usen.
h.	Anotar la información de muestreo precisada en el formato PM0313-F34 “Bitácora de calidad ambiental de aire” según el I-DEAM-PM0313-25 Instructivo de ensayos de campo de calidad de aire.
i.	Evaluar la consistencia de los datos registrados por el equipo, luego de la verificación y ajuste del analizador automático de gases.

2.6. Descarga de datos

2.6.1	Descarga de datos a USB
a.	Para realizar la descarga de datos a la unidad de USB, conectar la unidad USB en la parte frontal del equipo e ingresar a la siguiente ruta Home Screen>Settings> USB Drive>Download Data To USB Drive , lo cual solicitará ingresar una contraseña el cual es proporcionada por el área de la UF-OTEC y presionar Aceptar (Ok).

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	 
b.	Para obtener la descarga del registro de datos muestreados por el equipo presionar la opción de Descargar el registro de datos según corresponda (Download Entire Data Log) o Descargar todos los datos (Download All Data).c 
c.	Al presionar cualquiera de las dos opciones el equipo mostrará un mensaje “descargando datos” y comenzará a transferir los datos a la unidad USB. <i>Nota: No retirar la unidad USB mientras se descargan los datos.</i>
d.	Cuando se complete la descarga de datos, el equipo mostrará el mensaje “Éxito” (Success!) y a su vez muestra el nombre del archivo tal como está almacenado en la unidad USB. Cabe indicar que, el formato del nombre del archivo es el número de serie del instrumento, el nombre de la descarga, seguido fecha y hora.
e.	Al culminar la descarga retirar la unidad USB y seleccionar el botón aceptar.

2.7. Mantenimiento preventivo en campo

Entiéndase por mantenimiento preventivo de campo a actividades que no impliquen operaciones invasivas o desarmado de partes delicadas o importantes en los equipos, estas actividades pueden ser limpieza externa e interna, cambios de filtro, etc, con el objetivo de prevención y prolongación de vida útil del equipo y mejora en la confiabilidad operativa.

Las frecuencias recomendadas para estas tareas pueden variar dependiendo del nivel de concentración de los contaminantes atmosféricos en la ubicación donde opera el equipo.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.7.1	Cambio de Filtro (Mensual o cuando amerite)
a.	Desconectar el porta filtro de la entrada del manifold y el analizador.
b.	Desenroscar el porta filtro y mediante guantes de nitrilo realizar el cambio del filtro (teflón).
c.	Volver a enroscar y asegurar el porta filtro, y lo reinstalar como estaba inicialmente.
2.7.2	Limpieza de filtro del cooler del analizador (Mensual o cuando amerite)
a.	Retirar el filtro (esponja) que se encuentra ubicado en la parte externa del soporte del cooler del analizador.
b.	Lavar la esponja con agua, exprimir y dejar secar.
c.	Cuando la esponja ya se encuentre seca, ensamblar y reinstalar nuevamente.
2.7.3	Limpieza del manifold (Mensual o cuando amerite)
a.	Deshabilitar o apagar la bomba de succión del manifold, si es que hubiera.
b.	Realizar la limpieza interna del manifold mediante una escobilla flexible de cerdas de nilón o similar con agua, y por la parte externa de igual manera.
c.	Una vez terminada la limpieza, secar inyectando aire a una presión baja en la parte interna y externa.
d.	Posteriormente, colocar las conexiones a su posición original.
Al culminar todos los mantenimientos preventivos en campo, esperar un tiempo aproximado de diez (10) minutos para continuar con la medición.	

2.8. Desinstalación y desmontaje de equipos y accesorios

Apagar el equipo y desconectar todas las instalaciones realizadas y accesorios con cuidado. Desmontar todos los accesorios que dispone el equipo y guardarlos en sus respectivas maletas o cajas, para su transporte y almacenamiento.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Anexo 1

Criterios de aceptación y frecuencia requerida para la verificación, ajuste y mantenimiento preventivo en campo

Variable		Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
Estado de limpieza		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente o cuando amerite, luego de instalado el equipo.	Visual	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Prueba de Fugas		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo.	0 L/min <180 mmHg	N.A.	Manual del fabricante
Flujo		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Mensualmente, luego de instalado el equipo. 3. Si el flujo visualizado es mayor al $\pm 20\%$ del flujo inicial.	$\pm 4.1 \%$ (error relativo)		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Aire Cero	NO ₂	1. Al inicio de la operación de la estación	$\pm 3 \%$ (error relativo) del rango		Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
	SO ₂	2. Semanalmente, luego de instalado el equipo			
	CO	1. Al inicio de la operación de la estación y después de cada periodo de muestreo. 2. Diario (si se usa continuamente)			
Span	NO ₂	1. Al inicio de la operación de la estación 2. Semanalmente, luego de instalado el equipo	$\pm 2.1 \%$ (error relativo) para un solo punto Span correspondiente al 60% del rango.	$\pm 2.1 \%$ (error relativo) para un punto Span correspondiente al 80% del rango.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (verificación) NTP ISO 7996:2019 (Ajuste)

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Variable		Frecuencia	Criterio de aceptación*		C.A. del Método / Norma / Manual
			Verificación	Ajuste	
	SO ₂		± 2.1 % (error relativo) para un solo punto Span correspondiente al 60% del rango.	± 2.1 % (error relativo) para un punto Span correspondiente al 80% del rango.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (verificación) NTP ISO 10498:2017(revisado 2022) (Ajuste)
	CO	1. Al inicio de la operación de la estación y después de cada periodo de muestreo. 2. Diario (si se usa continuamente)	± 2.1 % (error relativo) para un solo punto Span correspondiente al 80% del rango.	± 2.1 % (error relativo) para un punto Span correspondiente al 80% del rango.	NTP ISO 4224:2019 (Porcentaje de concentración generada ajuste y verificación) Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM. (Criterio de aceptación).
Verificación Multipunto	CO, NO ₂ , SO ₂	Luego de realizar el ajuste.	Pendiente: 0.9 - 1.1 coeficiente de correlación: ≥ 0.995	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.
Verificación del convertidor de NO ₂		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Anualmente, antes de la calibración. 3. Después de un mantenimiento correctivo.	Eficiencia > 95%	N.A.	NTP-ISO 7996:2019 Aire ambiental. Determinación de la concentración másica de óxidos de nitrógeno. Método de quimioluminiscencia
Tiempo de residencia		1. Al inicio de la operación de la estación o al inicio de cada campaña de monitoreo. 2. Anualmente, antes de la calibración. 3. Después de un mantenimiento.	<20 segundos	N.A.	Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019- MINAM.

* Los criterios de aceptación están basados en el criterio más exigente precisado en el Manual, Método o Norma de referencia citado en la presente tabla.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo de Implementación y transmisión de información mediante el Sistema de Telemetría

I. OBJETIVO

Establecer las instrucciones para la Implementación, configuración, transmisión y descarga de información mediante el Sistema de Telemetría para los ensayos de calidad de aire en las estaciones de monitoreo ambiental.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Requisitos Generales

- Los datos de las estaciones de monitoreo deben ser recolectados y almacenados (backup *in situ*) por un dispositivo gestor (PLC, Workstation, RTU, Data logger, etc.), cuya función será poner a disposición las variables internas más importantes (como mínimo la variable de estado operativo) de los equipos ambientales y serán transmitidas de forma cruda (sin ningún tipo de procesamiento) a los/las servidores del OEFA.
- Los datos ambientales enviados a los/las servidores del OEFA, debe contener de manera estricta el tiempo y ser agrupada con las variables internas de los equipos ambientales. Cabe precisar que la variable tiempo será considerado como único para todos los equipos, por lo debe ser sincronizado con la hora del dispositivo gestor, el cual tendrá la hora oficial del Perú (GTM-5). Dicha sincronización del tiempo debe estar a cargo del especialista que administre las estaciones de monitoreo ambiental.
- Generalmente la frecuencia de transmisión en estaciones de monitoreo ambiental a nacional es de 1 hora, pero con el fin de establecer una captura de tiempo más fina de los datos, las estaciones de monitoreo deben transmitir con una frecuencia de 5 minutos, cuyos valores deben ser los promedios de las variables recolectadas, esto permite tener un mejor mapeo de los datos históricos y a futuro permitiría realizar un modelamiento de dispersión con mayor exactitud. Sin embargo, si un equipo ambiental tiene una menor resolución de tiempo en su almacenamiento, debe primar lo estipulado en su manual.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- d) Independientemente de la tecnología de conexión a internet se debe tener al menos la capacidad suficiente para navegar por un explorador, por lo que se necesita como mínimo de 1 Mbps, según la guía de ancho de banda¹ de la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones de los EEUU), dicha velocidad asegura la llegada de los datos al servidor del OEFA y ésta sea confirmada por el mismo medio de conexión a internet. Adicionalmente, se recomienda utilizar conexiones a internet mediante un medio físico cableado (tecnologías como HFC, ADLS y fibra óptica), para dar una mayor confiabilidad a la transmisión.
- e) En los últimos años los equipos automáticos que miden parámetros atmosféricos cuentan con puertos digitales como son: RS232, RS485, Ethernet, USB, etc., los cuales permiten obtener las variables internas de los equipos automáticos directamente de su memoria o tabla de registros, por lo que dichos equipos deben tener al menos un puerto digital para que sea integrado a una estación de monitoreo ambiental. Un beneficio de los mencionados puertos es que permiten controlar la configuración del instrumento, así como diagnosticarlo y hacer seguimiento a los parámetros de calibración.
- f) En el caso de integrar un equipo automático con salida analógica se debe tener en consideración lo establecido acápite L.1.1. Data original del Protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire, 2019.

2.2. Coordinaciones previas para habilitación de la Infraestructura del Servidor

- a) Durante el proceso de gestionar la instalación de una estación de monitoreo ambiental se deben realizar coordinaciones previas con la Oficina de Tecnología e Información (OTI), con el fin de establecer el formato de las tramas, estandarizar el método de envío y habilitar la infraestructura necesaria en el servidor para recibir los datos ambientales.
- b) La OTI debe proporcionar la siguiente información:
- El enlace para enviar los datos (Ejem. <http://sistemas.oefa.gob.pe/vigilancia-amb2-aire-ws/restVigamb/Registro>).

¹ https://www.fcc.gov/sites/default/files/broadband_speed_guide.pdf
I-DEAM-PM0313-34
Versión: 00
Fecha de aprobación: 30/11/2024

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- El token habilitado para poder registrar las tramas en el servidor del OEFA y único por cada estación de monitoreo.
- Un identificador (ID estación) por cada estación de monitoreo.
- La información necesaria para acceder a la base de datos y descargar los datos en crudo (Ejem. Usuario, contraseña y nombre de la base de datos).
- La confirmación de admisión de la IP que use la estación de monitoreo ambiental, es decir, que la información de la estación puede pasar a través del Firewall del OEFA.

2.3. Requisitos Específicos

2.3.1. Conexión de las estaciones de monitoreo ambiental

Las estaciones de monitoreo ambiental deben tener los siguientes requisitos mínimos indispensables para la conexión a los servidores del OEFA.

- a) La conexión hacia los servidores del OEFA, debe ser mediante protocolo TCP/IP, a través de un servicio de internet (4G, HFC, Satelital, etc.)
- b) El enlace desde una estación de monitoreo hacia los servidores del OEFA debe realizarse a través de un API REST y se debe utilizar el método POST para enviar y recibir paquete de datos, usar dicho método tiene por objetivo ocultar los datos ambientales que atraviesan internet.
- c) En la medida de lo posible el enrutamiento y tráfico de datos extremo a extremo debe tener uso exclusivo de los equipos dedicados a este fin, como son switches, routers, firewalls o equivalentes necesarios. No debe estar intervenido por algún equipo ajeno al funcionamiento necesario.

2.3.2. Almacenamiento de datos recolectados

- a) Para el almacenaje histórico de datos se debe considerar una base datos local (Ejem. Memoria interna del data logger, disco duro de la PC, etc), el cual contiene información redundante del servidor. La base datos local debe almacenar información por un mínimo de 3 meses.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- b) En las estaciones de monitoreo ambiental se debe asegurar la disponibilidad inmediata de los datos históricos almacenados, con el fin de transmitir los datos que no fueron enviados durante los cortes del servicio de internet u otros casos similares.
- c) Los datos históricos deben ser exportados localmente con una frecuencia mensual o antes de actualizar el firmware de cualquier equipo dentro de la estación de monitoreo, dichos datos deben estar en formatos conocidos y de fácil manejo (formatos xlsx, csv, dat, etc.) para luego ser remitidos al área correspondiente del OEFA y ser contrastados con los servidores del OEFA, así como complementar datos que se pudieron perder durante el proceso de transmisión.

2.3.3. Recolección de datos ambientales

- a) El dispositivo gestor (PLC, Workstation, RTU, Data logger, etc.) debe contar con las interfaces (RS232, Ethernet, USB, etc.) necesarias para que se realicen las solicitudes de las variables internas más importantes de los equipos ambientales, de tal manera que permitan validar las concentraciones de los parámetros atmosféricos.
- b) El dispositivo gestor de datos debe ser capaz de detectar la presencia del equipo ambiental y debe ser reflejado en la variable estado propia de cada equipo. Por ejemplo, la variable estado de los equipos automáticos es una agrupación de valores hexadecimales, por lo que dicha variable debe ser reemplazada con una "X", cuando el equipo se encuentre ausente.
- c) Las conexiones a través de las interfaces entre el equipo ambiental y el dispositivo gestor deben contar con aislamiento galvánico o similar, en la medida de lo posible, con el fin de garantizar la integridad del equipamiento.

2.4. Equipos Auxiliares

- a) Los equipos ambientales de las estaciones de monitoreo ambiental deben ser provistos de energía eléctrica de manera continua y sin interrupciones durante el periodo de toma de muestra, así como también los equipos usados en la conexión a internet (router, switch, modem, etc.). La llegada de energía eléctrica

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

debe permitir y asegurar la estabilidad del voltaje, por lo que se recomienda la utilización de estabilizadores de voltaje o equipos UPS.

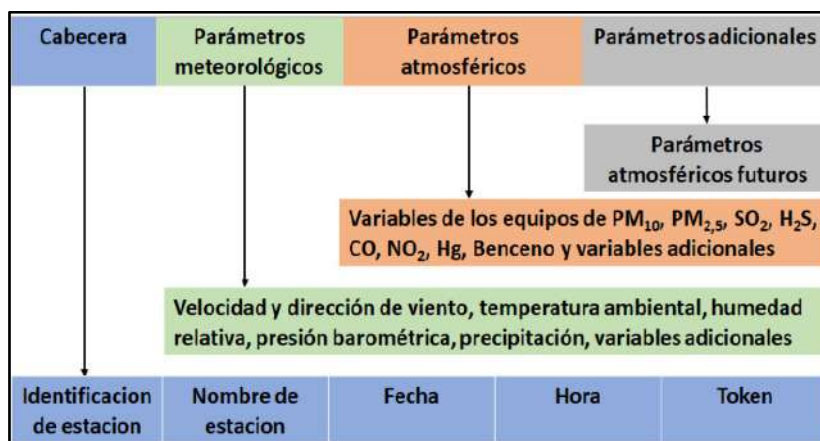
- b) Tanto los equipos ambientales y los de conexión a internet deben contar con un sistema que permita mantener una temperatura al interior de la caseta de vigilancia ambiental entre 20 °C y 30 °C, tal como se establece en el protocolo de aire vigente. Adicionalmente, la temperatura al interior de la caseta de vigilancia debe ser registrado por el dispositivo gestor y transmitido juntamente con todos los datos ambientales, para que dicho parámetro sea utilizado en el proceso de validación de datos en el formato PM0313-F36 Procesamiento y validación de datos cruda de equipos de calidad ambiental del aire.
- c) De forma opcional y complementaria se recomienda la instalación de sensores de movimiento o de apertura de puerta, con el objetivo de tener información sobre eventos suscitados en la estación de monitoreo. La información recolectada por los sensores también debe ser transmitida a los servidores del OEFA.

2.5. Envío de las tramas

- a) Todas las tramas enviadas por las estaciones de monitoreo ambiental deben tener la misma URL: <http://sistemas.oefa.gob.pe/vigilancia-amb2-airews/restVigamb/Registro>, la cual deberá ser proveída por la Oficina de Tecnologías de la Información (OTI) del OEFA.
- b) La trama está conformada estructuralmente por la cabecera, parámetros meteorológicos, atmosféricos y adicionales (ver Figura 1), los cuales se subdividen en parámetros específicos. La cabecera se forma de un total de 4 partes fundamentales como son: identificador de estación, nombre de la estación, fecha, hora y token, los cuales tiene por objeto identificar la trama y reportar la fecha y hora a la que fueron recolectadas los datos ambientales. Los parámetros meteorológicos contienen las variables de velocidad y dirección de viento, temperatura ambiental, humedad relativa, presión barométrica, precipitación y las variables adicionales que en un futuro complementaran las mediciones meteorológicas.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 1. Estructura y composición de la trama que será enviada de cada estación de monitoreo ambiental



- c) Cada parte de la trama es formada estructuralmente en JSON para un mejor manejo de los mismos, en el caso de los parámetros meteorológicos se compone de 15 variables del tipo número y cadenas, de igual manera para los parámetros atmosféricos como el PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, H₂S, CO, NO₂, O₃, Hg y Benceno. Es importante destacar que, todas las variables son obtenidas directamente del equipo ambiental correspondiente.
- d) Cuando se realice la formación del campo cabecera, se debe tener en cuenta los formatos de cada variable. El identificador de la estación de monitoreo (id_estacion) debe ser un valor numérico, en el nombre de la estación de monitoreo (nombre_estacion) deben ser caracteres o letras (máximo 30), la fecha debe tener el formato DD/MM/YY (día/mes/año), la hora debe tener el formato hh:mm:ss (hora:minuto:segundo) y el token es una variable alfanumérica. Todas variables se deben estar dentro de comillas, excepto el id_estacion.
- e) Es sumamente importante tener en consideración que cuando se agrupen las variables de cada campo (meteorología, PM10, PM2,5, SO2, etc.), los primeros valores (fd1, fd16, fd31, etc.) deben ser el código que identifica a cada equipo, con el cual se puede tener los detalles sobre la marca, modelo y el orden en que deben agruparse las variables del equipo ambiental.
- f) Los valores que corresponden desde el segundo hasta el catorceavo valor dentro de las 15 variables de cada campo corresponden a valores relacionado a la

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

concentración de los parámetros atmosféricos, estado de la comunicación, estado operativo y variables internas propias (temperatura interna, flujo de succión, voltaje de lámpara, etc.) de cada equipo. El orden de agrupación de las variables se realiza de acuerdo a la marca y modelo del equipo.

- g) Los últimos valores (fd15, fd30, fd45, etc.) de las 15 variables que tiene cada campo corresponden al número de serie del equipo.

En la Tabla 1 se muestra la cabecera, parámetros meteorológicos y atmosféricos, con sus correspondientes variables en formato JSON:

Tabla 1. Estructura de las tramas en JSON

Campos	Estructura en JSON
Cabecera	"Cabecera": {"id_estacion": 1, "nombre_estacion": "estacion1", "fecha_data": "02/04/20", "hora_data": "18:00:00", "token": "AD335459BC24243434"}
Meteorología	"meteorologia": {"fd1": "1", "fd2": "12.222", "fd3": "12.222", "fd4": "12.222", "fd5": "12.222", "fd6": "12.222", "fd7": "12.222", "fd8": "12.222", "fd9": "12.222", "fd10": "12.222", "fd11": "12.222", "fd12": "12.222", "fd13": "12.222", "fd14": "12.222", "fd15": "AABB"}
PM ₁₀	"PM10": {"fd16": "1", "fd17": "12.222", "fd18": "12.222", "fd19": "12.222", "fd20": "12.222", "fd21": "12.222", "fd22": "12.222", "fd23": "12.222", "fd24": "12.222", "fd25": "12.222", "fd26": "12.222", "fd27": "12.222", "fd28": "reserva28", "fd29": "reserva29", "fd30": "AABB"}
PM _{2,5}	"PM25": {"fd31": "1", "fd32": "12.222", "fd33": "12.222", "fd34": "12.222", "fd35": "12.222", "fd36": "12.222", "fd37": "12.222", "fd38": "12.222", "fd39": "12.222", "fd40": "12.222", "fd41": "12.222", "fd42": "12.222", "fd43": "reserva43", "fd44": "reserva44", "fd45": "AABB"}
SO ₂	"SO2": {"fd46": "1", "fd47": "12.222", "fd48": "12.222", "fd49": "12.222", "fd50": "12.222", "fd51": "12.222", "fd52": "12.222", "fd53": "12.222", "fd54": "12.222", "fd55": "12.222", "fd56": "12.222", "fd57": "12.222", "fd58": "reserva58", "fd59": "reserva59", "fd60": "AABB"}
H ₂ S	"H2S": {"fd61": "1", "fd62": "12.222", "fd63": "12.222", "fd64": "12.222", "fd65": "12.222", "fd66": "12.222", "fd67": "12.222", "fd68": "12.222",

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Campos	Estructura en JSON
	"fd69": "12.222", "fd70": "12.222", "fd71": "12.222", "fd72": "12.222", "fd73": "reserva73", "fd74": "reserva74", "fd75": "AABB"}
CO	"CO": {"fd76": "1", "fd77": "12.222", "fd78": "12.222", "fd79": "12.222", "fd80": "12.222", "fd81": "12.222", "fd82": "12.222", "fd83": "12.222", "fd84": "12.222", "fd85": "12.222", "fd86": "12.222", "fd87": "12.222", "fd88": "reserva88", "fd89": "reserva89", "fd90": "AABB"}
NO ₂	"NO2": {"fd91": "1", "fd92": "12.222", "fd93": "12.222", "fd94": "12.222", "fd95": "12.222", "fd96": "12.222", "fd97": "12.222", "fd98": "12.222", "fd99": "12.222", "fd100": "12.222", "fd101": "12.222", "fd102": "12.222", "fd103": "reserva103", "fd104": "reserva104", "fd105": "AABB"}
O ₃	"O3": {"fd106": "1", "fd107": "12.222", "fd108": "12.222", "fd109": "12.222", "fd110": "12.222", "fd111": "12.222", "fd112": "12.222", "fd113": "12.222", "fd114": "12.222", "fd115": "12.222", "fd116": "12.222", "fd117": "12.222", "fd118": "reserva118", "fd119": "reserva119", "fd120": "AABB"}
Hg	"Hg": {"fd121": "1", "fd122": "12.222", "fd123": "12.222", "fd124": "12.222", "fd125": "12.222", "fd126": "12.222", "fd127": "12.222", "fd128": "12.222", "fd129": "12.222", "fd130": "12.222", "fd131": "12.222", "fd132": "12.222", "fd133": "reserva133", "fd134": "reserva134", "fd135": "AABB"}
Benceno	"Benceno": {"fd136": "1", "fd137": "12.222", "fd138": "12.222", "fd139": "12.222", "fd140": "12.222", "fd141": "12.222", "fd142": "12.222", "fd143": "12.222", "fd144": "12.222", "fd145": "12.222", "fd146": "12.222", "fd147": "12.222", "fd148": "reserva148", "fd149": "reserva149", "fd150": "AABB"}
Adicional 1	"adicional1": {"fd151": "1", "fd152": "12.222", "fd153": "12.222", "fd154": "12.222", "fd155": "12.222", "fd156": "12.222", "fd157": "12.222", "fd158": "reserva158", "fd159": "reserva159", "fd160": "AABB"}

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firma Peru.gob.pe/web/validador.xhtml>

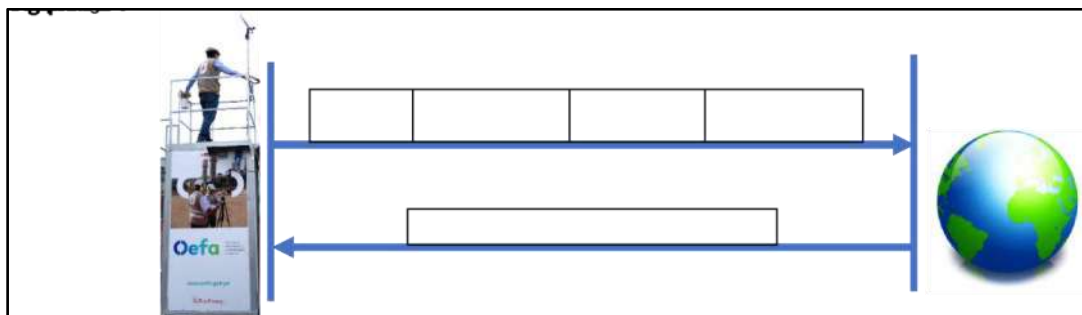
 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Campos	Estructura en JSON
Adicional 2	<pre>"adicional2": {"fd161": "1", "fd162": "12.222", "fd163": "12.222", "fd164": "12.222", "fd165": "12.222", "fd166": "12.222" "fd167": "12.222", "fd168": "12.222", "fd169": "12.222", "fd170": "12.222", "fd171": "12.222", "fd172": "12.222", "fd178": "reserva178", "fd179": "reserva179", "fd180": "AABB"}</pre>
Adicional 3	<pre>"adicional3": {"fd181": "1", "fd182": "12.222", "fd183": "12.222", "fd184": "12.222", "fd185": "12.222", "fd186": "12.222", "fd187": "12.222", "fd188": "12.222", "fd189": "12.222", "fd190": "12.222", "fd191": "12.222", "fd192": "12.222", "fd193": "reserva193", "fd194": "reserva194", "fd195": "AABB"}</pre>
Adicional 4	<pre>"adicional4": {"fd196": "1", "fd197": "12.222", "fd198": "12.222", "fd199": "12.222", "fd200": "12.222", "fd201": "12.222" "fd202": "12.222", "fd203": "12.222", "fd204": "12.222", "fd205": "12.222", "fd206": "12.222", "fd207": "12.222", "fd208": "reserva208", "fd209": "reserva209", "fd210": "AABB"}</pre>

- h) Otro aspecto a destacar, es la cantidad de decimales con los cuales son recolectadas las variables internas de los equipos ambientales, incluida las concentraciones de los parámetros atmosféricos, por lo que se tomó como referencia el handbook de la EPA (2017), el cual recomienda un decimal para los parámetros SO₂ y NO₂, pero en el caso del O₃ recomienda 3 decimales, por lo tanto, con el fin de homogeneizar la cantidad decimales en el presente documento se recomienda el uso de 3 decimales, a menos que el manual de equipo indique una cantidad menor.
- i) Cuando cada estación de monitoreo ambiental realiza el envío de las tramas con toda la información recolectada de los equipos ambientales, se debe esperar la respuesta del servidor, el cual remite un mensaje igual a "Se recibió la trama correctamente" (ver Figura 2), informando que los datos llegaron en su totalidad y hubo una correcta transmisión de los mismos. Adicionalmente, se sugiere contabilizar los mensajes para obtener un indicador del rendimiento de la transmisión.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 2. Ejemplo de transmisión y recepción desde la estación de monitoreo ambiental



- j) Se plantea el siguiente ejemplo para detallar la construcción de la trama en base a los datos ficticios de una estación de monitoreo:
- k) El dispositivo gestor de datos de la estación de monitoreo identificada con el número 14, código CA-TR-01 y token igual a AC3R5459BC2G24CX34, recolectó el día 04/07/2020 a las 08:05:00 horas, los datos del equipo TEOM 1405 que mide el parámetro atmosférico PM₁₀, las variables obtenidas fueron la concentración, estado, flujo principal, flujo de bypass, frecuencia, ruido y carga del filtro, los valores obtenidos fueron 34,54 (µg/m³), 0, 13,65 (L/min), 3,01 (L/min), 250,23 (Hz), 0,090 (µg) y 54,6 (%), respectivamente. Adicionalmente, en la misma fecha y hora, la estación meteorológica (modelo CR1000) registró los parámetros de presión barométrica, precipitación, temperatura ambiente, humedad relativa, velocidad y dirección de viento, donde se obtuvieron los valores 961,2 (hPa), 0,25 (mm), 23,43 (°C), 56,87 (%), 2,34 (m/s) y 182 (°), respectivamente.
- l) En base a las identificaciones propias de la estación de monitoreo, fecha, hora, resultados obtenidos del equipo TEOM y de la estación meteorológica, en la Tabla 2 se muestra el orden de los campos (cabecera, meteorología y PM₁₀) y de las variables recolectadas.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Tabla 2. Ejemplo de formación de trama

Campos	Estructura en JSON
Cabecera	<pre>"Cabecera": { "id_estacion": 14, "nombre_estacion": "CA-TR-01", "fecha_data": "04/07/2020", "hora_data": "08:05:00", "token": "AC3R5459BC2G24CX34" }</pre>
Meteorología	<pre>"meteorologia": { "fd1": "1001", "fd2": "961,2", "fd3": "0,25", "fd4": "23,43", "fd5": "56,87", "fd6": "2,34", "fd7": "182", "fd8": "0", "fd9": "0", "fd10": "0", "fd11": "0", "fd12": "0", "fd13": "0", "fd14": "0", "fd15": "Numeroserie" }</pre>
PM ₁₀	<pre>"PM10": { "fd16": "101", "fd17": "34,54", "fd18": "0", "fd19": "3,01", "fd20": "250,23", "fd21": "0,090", "fd22": "54,6", "fd23": "0", "fd24": "0", "fd25": "0", "fd26": "0", "fd27": "0", "fd28": "0", "fd29": "0", "fd30": "Numeroserie" }</pre>

2.6. Conexiones de la estación de monitoreo ambiental

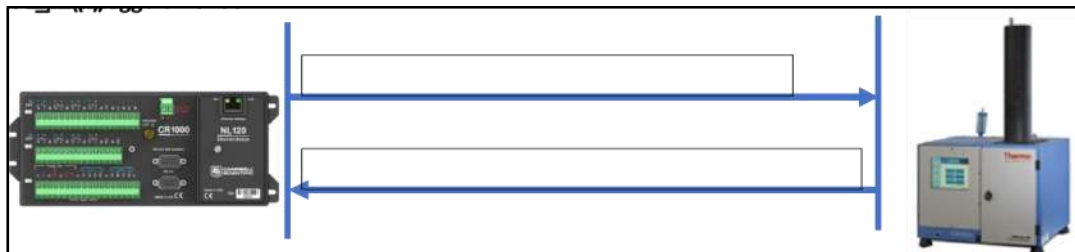
- a) El primer paso antes de realizar la transmisión de los datos ambientales es la recolección de los datos ambientales de analizadores automáticos de material particulado, gases y parámetros meteorológicos. Por citar unos ejemplos, en el caso de los equipos analizadores automáticos de partículas de la marca Thermo Scientific, las variables internas son recolectadas mediante el protocolo AK² y para el caso de los equipos de marca GRIMM se recolectan mediante el protocolo GESYTEC³, ambos utilizan la interface RS-232; por lo que, el dispositivo gestor solicitará las variables tales como la concentración del parámetro atmosférico, flujo de succión, estado de operación, entre otras. (definir todas las variables por cada modelo y equipo).

² Información extraída del manual del equipo TEOM 1405, <http://tools.thermofisher.com/content/sfs/manuals/EPM-TEOM1405-Manual.pdf>

³ Información extraída del manual del equipo GRIMM 180, www.lisa.u-pec.fr/~formenti/Tools/Manuals/GRIMM_model1.180_Manual_2004.pdf

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

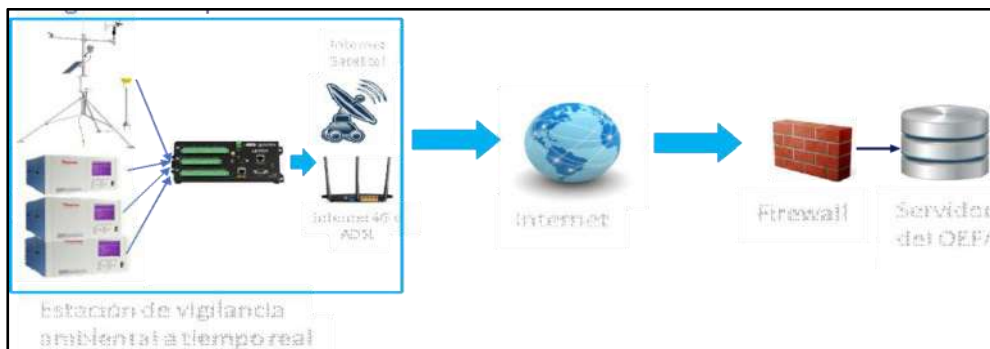
Figura 3. Ejemplo de recolección de la concentración promedio de 30 minutos de un equipo TEOM, desde un data logger.



- b) En relación al envío de datos ambientales, es necesario que el dispositivo gestor de datos cuente con un puerto Ethernet, por donde se realizará la conexión a internet y se enviarán los datos ambientales a los servidores del OEFA. Cabe resaltar que, se agrupará en una sola trama y de forma ordenada, los datos ambientales de la estación meteorológica y de los analizadores automáticos de partículas.
- c) Para transmitir los datos ambientales recolectados de los equipos instalados se usará el Protocolo de Control de Transmisión (TCP), el cual funciona sobre internet; por lo que, las tramas de datos ambientales serán direccionados a los servidores del OEFA.
- d) Cabe señalar que la estación de monitoreo ambiental contará con el servicio de internet a través de tecnologías como el 4G, HFC, fibra óptica o satelital, según sea la factibilidad y disponibilidad en la zona donde se ubicará; esto permitirá realizar la transmisión de los datos ambientales y conectarse remotamente al dispositivo gestor.
- e) A modo de contingencia y como último recurso ante la posible pérdida de la conexión de internet, se optará por un medio de recopilación manual por conexión serial RS-232 o USB, desde los equipos ambientales, para ser importados al servidor del centro de control del OEFA. En la figura 6.2, se presenta un esquema resumen de la recolección, transmisión y almacenamiento de los datos ambientales recogidos de las estaciones de monitoreo ambiental.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 4. Diagrama del sistema de telemetría de las estaciones de monitoreo de la calidad de aire a tiempo real

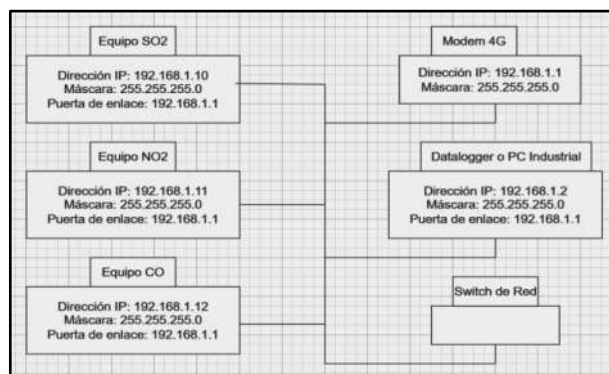


Para implementar un sistema de telemetría en las estaciones de vigilancia ambiental se necesitan el siguiente equipamiento:

1. Data logger o PC Industrial.
2. Modem (tecnología 4G o superior).
3. Switch de red.
4. Los equipos ambientales deben contar con puerto de red de preferencia.

Adicionalmente al hardware se debe configurar y asignar las direcciones IP a los equipos ambientales con tal que se forme una red, como en el siguiente ejemplo:

Figura 5. Ejemplo de asignación de direcciones IP a los equipos ambientales.



Para los equipos Thermo Scientific de la serie iQ se debe configurar la opción de Modbus para poder realizar el proceso de adquisición de datos mediante un Data logger o PC Industrial. En la siguiente ruta:

Casa/Configuraciones/Comunicaciones/Selección de Protocolo Ethernet

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

se debe habilitar la opción **Modbus**. Tal como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 6. Habilitar opción Modbus en los analizadores



La información de los parámetros ambientales generada en las estaciones de vigilancia ambientales es recolectada mediante un data logger o una PC Industrial, el cual se encarga de almacenar la información en una base datos local, posteriormente ordenar los datos y generar una trama, que será enviado a la base de datos al OEFA y se podrá visualizar la información en el PM0313-F39 “Módulo 0”⁴ (<https://desarrollo.oefa.gob.pe/deam/stec/vigilancia/MODULO0/>),

En tal sentido, para comprobar que la información está siendo transmitida se debe contrastar la información que está llegando al PM0313-F39 “Módulo 0” (con la hora y fecha más reciente) con lo almacenado en la base de datos local, según la estación de vigilancia ambiental correspondiente.

Toda la información que generan las estaciones de vigilancia ambiental de calidad del aire a tiempo real es enviada los servidores del OEFA. En tal sentido, los datos de las estaciones pueden ser descargados mediante un aplicativo web denominado PM0313-F39 “Módulo 0” (muestra los datos crudos, manteniendo el orden y regularidad de la temporalidad a 5 minutos), el cual se ingresa mediante un usuario y contraseña.

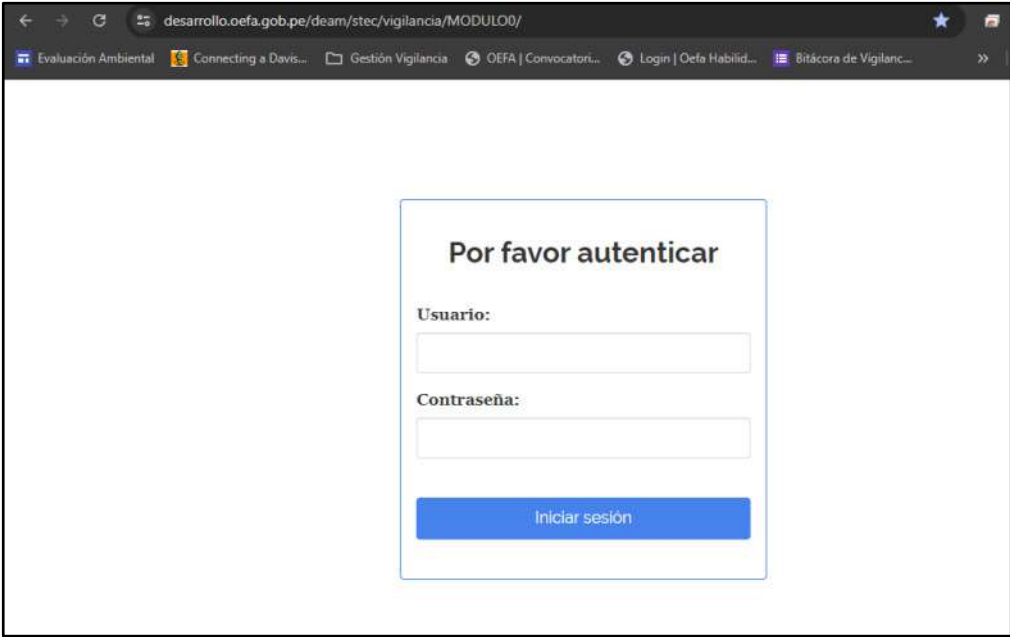
Es importante resaltar que la autorización o creación de usuarios para que tengan acceso al PM0313-F39 “Módulo 0”, es responsabilidad de la coordinación

⁴ Para ingresar al PM0313-F39 solicitar la creación de usuario y contraseña al Responsable Técnico de calidad de aire I-DEAM-PM0313-34
Versión: **00**
Fecha de aprobación: **30/11/2024**

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

de vigilancia ambiental, por lo que, mediante un correo se debe solicitar al Responsable Técnico de calidad de aire para la creación de un usuario.

Figura 7. Login del módulo 0.



Para proceder a la descarga de los datos de las estaciones de debe realizar seleccionar el código de la estación de vigilancia ambiental, posteriormente se debe seleccionar el intervalo de fechas, así como las horas.

Para conseguir o solicitar los datos, se debe presionar el botón “Tabla”, el aplicativo entregará los datos (fechas, id, parámetros atmosféricos, etc.) en el intervalo de tiempo solicitado, posteriormente se debe presionar el botón “xlsx”, el cual permitirá descargar un archivo en formato Excel, con los datos solicitados.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM313
			Versión: 02
			Fecha: 30/11/2024

Figura 8. Descarga de datos del módulo 0

Módulo 0: Datos crudos

Estación:

Chimbote CA-CH-05

Fecha de inicio:

2024-07-06

00:00

Fecha de fin:

2024-07-06

23:55

Ejecutar:

Tabla

Descargar:

Excel

Tabla de datos crudos (Oracle)

Mostrar 100 registros

date	ID_ESTACION	FECHA_DATA	HORA_DATA	PBAR	PP	TEMP	HR	WS	WD	PM
6/7/2024, 0:00:00	9	07/06/2024	00:00:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:05:00	9	07/06/2024	00:05:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:10:00	9	07/06/2024	00:10:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:15:00	9	07/06/2024	00:15:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:20:00	9	07/06/2024	00:20:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:25:00	9	07/06/2024	00:25:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:30:00	9	07/06/2024	00:30:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:35:00	9	07/06/2024	00:35:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:40:00	9	07/06/2024	00:40:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:45:00	9	07/06/2024	00:45:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:50:00	9	07/06/2024	00:50:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 0:55:00	9	07/06/2024	00:55:00	0	0	0	0	0	0	0
6/7/2024, 1:00:00	9	07/06/2024	01:00:00	0	0	0	0	0	0	0

2.7. Procesamiento de los datos:

Los datos que se encuentran en el Excel corresponden a información cruda, por lo que es necesario que dichos datos pasen por riguroso proceso de validación, según los criterios establecidos en el protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire, así como otros criterios internacionales que puedan ayudar en el mejoramiento de la validación.

Figura 9. Formato de los datos descargados del módulo 0

Chimbote CA-CH-05_16_07_2024_10h_25m_33s - Excel

Archivo

Inicio

Insertar

Diseño de página

Fórmulas

Datos

Revisar

Vista

Desarrollador

Power Pivot

Indicador...

Iniciar sesión

Compartir

C6

07/06/2024

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	date	ID_ESTACION	FECHA_DATA	HORA_DATA	PBAR	PP	TEMP	HR	WS	WD	M10_CONM	M10_FLOV	BYPASS	ID_FREQUE
2	2024-07-06 00:00:00 UTC	9	07/06/2024	00:00:00	0	0	0	0	0	0	18	1.27		
3	2024-07-06 00:05:00 UTC	9	07/06/2024	00:05:00	0	0	0	0	0	0	16.4	1.27		
4	2024-07-06 00:10:00 UTC	9	07/06/2024	00:10:00	0	0	0	0	0	0	17.2	1.27		
5	2024-07-06 00:15:00 UTC	9	07/06/2024	00:15:00	0	0	0	0	0	0	16	1.27		
6	2024-07-06 00:20:00 UTC	9	07/06/2024	00:20:00	0	0	0	0	0	0	16.5	1.27		
7	2024-07-06 00:25:00 UTC	9	07/06/2024	00:25:00	0	0	0	0	0	0	18.4	1.27		
8	2024-07-06 00:30:00 UTC	9	07/06/2024	00:30:00	0	0	0	0	0	0	17.3	1.27		
9	2024-07-06 00:35:00 UTC	9	07/06/2024	00:35:00	0	0	0	0	0	0	16.9	1.27		
10	2024-07-06 00:40:00 UTC	9	07/06/2024	00:40:00	0	0	0	0	0	0	17	1.27		
11	2024-07-06 00:45:00 UTC	9	07/06/2024	00:45:00	0	0	0	0	0	0	16.1	1.27		
12	2024-07-06 00:50:00 UTC	9	07/06/2024	00:50:00	0	0	0	0	0	0	16.3	1.27		
13	2024-07-06 00:55:00 UTC	9	07/06/2024	00:55:00	0	0	0	0	0	0	16.4	1.27		
14	2024-07-06 01:00:00 UTC	9	07/06/2024	01:00:00	0	0	0	0	0	0	16.6	1.27		
15	2024-07-06 01:05:00 UTC	9	07/06/2024	01:05:00	0	0	0	0	0	0	15.7	1.27		
16	2024-07-06 01:10:00 UTC	9	07/06/2024	01:10:00	0	0	0	0	0	0	17.2	1.27		
17	2024-07-06 01:15:00 UTC	9	07/06/2024	01:15:00	0	0	0	0	0	0	17	1.27		
18	2024-07-06 01:20:00 UTC	9	07/06/2024	01:20:00	0	0	0	0	0	0	16.9	1.27		
19	2024-07-06 01:25:00 UTC	9	07/06/2024	01:25:00	0	0	0	0	0	0	18.2	1.27		
20	2024-07-06 01:30:00 UTC	9	07/06/2024	01:30:00	0	0	0	0	0	0	17.5	1.27		
21	2024-07-06 01:35:00 UTC	9	07/06/2024	01:35:00	0	0	0	0	0	0	20.2	1.27		
22	2024-07-06 01:40:00 UTC	9	07/06/2024	01:40:00	0	0	0	0	0	0	17.1	1.27		
23	2024-07-06 01:45:00 UTC	9	07/06/2024	01:45:00	0	0	0	0	0	0	17.1	1.27		
24	2024-07-06 01:50:00 UTC	9	07/06/2024	01:50:00	0	0	0	0	0	0	18.1	1.27		
25	2024-07-06 01:55:00 UTC	9	07/06/2024	01:55:00	0	0	0	0	0	0	19.1	1.27		
26	2024-07-06 02:00:00 UTC	9	07/06/2024	02:00:00	0	0	0	0	0	0	19.1	1.27		

Sheet1

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Las validaciones de los datos deben realizarse según el procedimiento I-DEAM-PM0313-35 “Instructivo para el procesamiento y validación de data cruda de equipos de calidad ambiental del aire”, el cual permite discriminar e invalidar los datos, de acuerdo a criterios técnicos.

Adicionalmente, se cuenta con scripts (algoritmos) en lenguaje de programación R, para el tratamiento de los datos en gabinete (el proceso de validación de datos), la suficiencia de datos, así como los promedios horarios, de 8 horas, de 24 horas, etc. Cabe precisar que en los algoritmos se hace uso de la librería “open air”, especializada en temas de calidad de aire.

Los datos validados se van plasmando y registrando en el formato PM0313-F36 Procesamiento y validación de data cruda de equipos de calidad ambiental del aire, cuyo contenido comprende datos crudos (5 minutos), los datos promedios validados (1 hora, 8 horas, 24 horas, etc.), las banderas asignadas a los datos, así como los datos que utilizarán en los reportes finales.

2.8. Resultado del procesamiento de datos:

El resultado que se obtiene después de realizar el procesamiento de los datos, son los datos que son utilizados en la elaboración de los gráficos de barras, de cajas, rosas de vientos, etc. Dichos gráficos conformaran el reporte mensual o final, según corresponda.

Además, los datos procesados o validados son ordenados en tablas en un formato, para que posteriormente sean anexados en los reportes de vigilancia ambiental.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Anexo N° 1

Definiciones

Para una adecuada comprensión e implementación de este instructivo, se establecen las siguientes definiciones:

- a) API: Interfaz de programación de aplicaciones (Application Programming Interface).
- b) Firewall: Cortafuegos. Medida de seguridad ocupada en informática para restringir la entrada y salida de datos desde una red privada.
- c) IP: Protocolo de internet (Internet Protocol).
- d) PLC: Controlador lógico programable (Programmable Logic Controller).
- e) REST: Transferencia de estado representacional (Representational State Transfer).
- f) RTU: Unidad terminal remota (Remote Terminal Unit).
- g) TCP: Protocolo de control de transmisión (Transmission Control Protocol).
- h) UPS: Sistema de alimentación ininterrumpida (Uninterruptible Power Supply).
- i) JSON: Es un formato de texto sencillo para el intercambio de datos (del inglés JavaScript Object Notation)
- j) HFC: Híbrido de fibra coaxial (Hybrid Fiber-Coaxial)

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo para el procesamiento y validación de data cruda de equipos calidad ambiental del aire

I. OBJETIVO

El presente instructivo tiene como objetivo, estandarizar los procedimientos técnicos requeridos para la validación de datos de PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂, H₂S, NO₂ y CO procedentes de equipos automáticos de monitoreo de la calidad ambiental del aire.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Consideraciones Generales

- La validación de datos procedentes de equipos automáticos de monitoreo de la calidad ambiental del aire considera todos los criterios y procedimientos técnicos que implica las diversas actividades operativas y sistemáticas que inicia desde la elección e instalación de un equipo de monitoreo automático, operatividad, mantenimiento, procesamiento y reporte de resultados.
- El presente instructivo permite identificar, definir y estandarizar los diversos procedimientos técnicos, que son agrupados en criterios críticos, operativos y sistemáticos, para la validación de datos contaminantes del aire como PM_{2,5}, PM₁₀, SO₂, H₂S, NO₂ y CO, considerando que todos los equipos reportaran datos continuos con frecuencia mínima estandarizada de cinco (5) minutos.
- El Gestor de ensayo de calidad de aire, es el responsable de hacer cumplir el presente documento.
- El Operador de ensayo de calidad de aire, es el responsable del correcto cumplimiento de lo establecido en el presente instructivo y usar la documentación vigente.
- Para la ejecución de los diversos procesos que implica la transmisión, recopilación, procesamiento, sistematización y validación de datos se utilizaran los softwares informáticos que se detallan en la Tabla 1.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Tabla 1. Softwares empleados en la validación de datos

Software	Descripción
LoggerNet	Software de pago que permite programar, almacenar y transmitir datos vía internet de un dispositivo registrador de datos (data logger) a un servidor web.
Excel	Hoja de cálculo de pago para realizar procesamiento, análisis y gestionar datos.
R	Lenguaje de programación sin costo, empleado para el análisis estadístico y procesamiento avanzado de datos.
RStudio Desktop	Entorno de desarrollo integrado (IDE) sin costo, para el lenguaje de programación R, dedicado a la computación estadística y gráficos especializados.
ePort	Software libre que permite el acceso remoto y descarga de datos de un analizador automático de la marca Thermo Scientific
iPort	Software libre que permite el acceso remoto y descarga de datos de un analizador automático de la marca Thermo Scientific
Spectrometer	Software libre que permite la configuración y descarga de datos de un equipo automático de la marca GRIMM.
WeatherLink	Software libre para el almacenamiento y descarga de datos meteorológicos de estaciones meteorológicas de la marca Davis Instruments
Oracle Database	Software de pago para gestión de base de datos de tipo objeto-relacional que mejora la gestión de grandes bases de datos (Big data), programación y niveles de seguridad

2.2. Criterios críticos

Criterios esenciales para preservar la precisión de una medición o la concentración de la muestra o un conjunto de mediciones. Si una concentración no cumple todos los requisitos críticos, debe ser invalidada a menos que existan argumentos sólidos en contra, a continuación, se detallan los criterios críticos en

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

la Tabla 2.

Tabla 2. *Criterios críticos para la validación de datos*

Criterio de validación	Requerimiento	Frecuencia de evaluación	Referencia	Evidencia
Equipos de monitoreo con acreditación US EPA, MCERT'S o TUV.	Equipo automático	Antes del inicio del monitoreo	Tabla 6. del Protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire	Ficha FA-02 del Protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire
Vigencia anual de calibración del equipo de monitoreo según proveedor de servicios	Calibración de equipo automático	Cada 365 días	Tabla 12. del Protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire	Ficha FA-02 del Protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire

2.3. Criterios operativos

Se consideran operativos porque garantizan que todo el sistema de medición y recopilación de datos funcionen correctamente. La invalidación de los datos puede ocurrir si no se cumplen una o más condiciones. A continuación, se detallan los criterios operativos en la Tabla 3.

Tabla 3. *Criterios operativos para la validación de datos*

Criterio de validación	Requerimiento	Frecuencia de evaluación	Referencia	Evidencia
Temperatura interna de caseta 20 °C – 30 °C	Caseta climatizada	Diario	Ítem I.2.3, Climatización, del Protocolo nacional de	Datos de temperatura interna de caseta

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO		Código: PM0313
			Versión: 02
			Fecha: 30/11/2024

Criterio de validación	Requerimiento	Frecuencia de evaluación	Referencia	Evidencia
			monitoreo de la calidad ambiental del aire	registrados en data logger y Módulo 0.
Verificaciones: prueba de fugas, flujo, temperaturas, presión, aire cero, concentraciones span, verificación másica	Verificación previa de equipos automáticos	Semanal o mensual	Tabla 16, del Protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire	Reporte de verificación de equipos automáticos
Transmisión digital de datos de la memoria de los equipos a data logger	Comunicación digital de equipos a data logger	Antes del inicio del monitoreo	Ítem L.1.1 Data original, del Protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire	Datos crudos registrados en data logger

Para ejecutar en campo la verificación previa de los equipos automáticos se debe comprobar que las respuestas del equipo automático estén dentro de la escala de calibración y confirmar la linealidad posterior a la calibración. Esta verificación varía por cada tecnología de equipo según la Tabla 4.

Tabla 4. *Criterios técnicos para la verificación previa en campo de equipos automáticos*

Variable	Equipo	Frecuencia	Error máximo permitido	Método de verificación
Estado de limpieza	Meteorología, gases y partículas	Mensual	Visual	

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Variable	Equipo	Frecuencia	Error máximo permitido	Método de verificación
Prueba de Fugas	Gases y partículas	Mensual	Manual del fabricante	
Flujo	Gases y partículas	Mensual	± 4,1% (error relativo)	Manual del fabricante
Aire cero	Gases	Mensual	± 3% (error relativo) del rango	Manual del fabricante
Concentración conocida/span	Gases	Mensual	± 2,1% (error relativo) para un solo punto correspondiente al span al 60% del rango	Manual del fabricante
Verificación másica (dispersión de la luz)	Partículas	Mensual	± 5,1% (error relativo)	Manual del fabricante
Verificación másica (atenuación de rayos beta)	Partículas	Mensual	± 5,1% (error relativo)	Manual del fabricante

2.4. Criterios sistemáticos

Criterios que son complementarios a los operativos para el correcto procesamiento, verificación, análisis, evaluación y explicación de los datos, no aplicar estos criterios puede servir como justificación para invalidar todos los datos relacionados. A continuación, se detallan los criterios sistemáticos en la Tabla 5.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Tabla 5. Criterios sistemáticos para validación de datos

Criterio de validación	Requerimiento	Frecuencia de evaluación	Referencia
Estandarización de estructura de base de datos crudos	Definir e identificar las variables: tiempo, meteorología, calidad del aire y operativos de funcionamiento por equipo de monitoreo	Antes del inicio del monitoreo	Manual técnico de equipos de monitoreo y tabla maestra de base de datos del OEFA
Captura de datos	Verificar la cantidad de datos esperados en un tiempo de monitoreo específico	Semanal	Tabla 4, del Protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire
Suficiencia de datos	Verificar que se cumpla el 75% de datos válidos para los promedios comparativos a los ECAs	Semanal	Tabla 4, del Protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire
Límites históricos de parámetros ambientales y parámetros operativos	Verificar los límites históricos y operativos del equipo de monitoreo automático	Semanal	Datos válidos históricos por estación y manual técnico del equipo de monitoreo
Banderas de control	Descripción de los datos afectados por criterios críticos u operativos	Semanal	Ítem L.1.2, del Protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire
Coherencia temporal	Verificar que no deba existir valores constantes de concentraciones horarias por más de tres horas consecutivas.	Semanal	Ítem L.1.2, del Protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Criterio de validación	Requerimiento	Frecuencia de evaluación	Referencia
Coherencia interna	Relaciones entre contaminantes que se debe cumplir: $\frac{PM_{2.5}}{PM_{10}} \leq 1$ $\frac{NO + NO_2}{NOx} = [0,9 - 1,1]$	Semanal	Ítem L.1.2, del Protocolo nacional de monitoreo de la calidad ambiental del aire

2.5. Proceso de validación de información

Para procesar, sistematizar y validar correctamente los datos provenientes de un equipo automático de calidad del aire, es fundamental conocer la calidad de los datos, por ello, cada dato debe estar asociado a una bandera de control que indique características críticas u operativas que puedan afectar la validez del dato, así como fuentes de error o detalles técnicos más comunes identificados en la red que opera el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA como se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6. *Detalles técnicos que afectan la validez de datos*

Ítem	Descripción
1	Falla técnica en los equipos automáticos
2	Mal funcionamiento del sistema de climatización de la caseta de monitoreo
3	Deriva en la electrónica de equipos
4	Pérdida de comunicación o desconfiguración del sistema de telemetría
5	Manipulaciones incorrectas en el procesamiento manual de datos
6	Mantenimiento incorrecto o problemas externos de equipos
7	Obturación de la toma de muestra o cabezal de equipo
8	Equipos descalibrados
9	Corte del fluido eléctrico en la estación de monitoreo
10	Desconfiguración de equipos

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Para los criterios sistemáticos se definen cuatro (4) niveles de validación y los distintos procesos y niveles deben aplicarse secuencialmente, siguiendo el orden en que se plasman en el presente instructivo a continuación.

2.5.1. Validación sistemática de nivel 0

En este nivel se inicia desde los datos crudos con frecuencia de medición de cinco (5) minutos de parámetros ambientales (concentraciones) y operativos (equipos), tomados directamente del dispositivo gestor de datos (data logger) de la estación; que serán transmitidos al servidor central del OEFA. En este nivel se generará la base de datos 1 de nivel 0 de cinco (5) minutos (BD1_N0_5M). Esta no debe ser editada ni alterada de ninguna manera porque servirá de trazabilidad ante posibles errores desde los inicios del procesamiento de datos.

En la validación de nivel cero se debe cotejar que la base de datos (trama de datos), que se almacena en el data logger de la estación, deben ser idénticos a lo que se transmite al servidor central del OEFA, para los parámetros de PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, H₂S, NO₂, CO y todos sus parámetros operativos en base a lo detallado en las Tablas 7, 8, 9, 10, 11 y 12 respectivamente.

Tabla 7. Parámetros de equipo monitor continuo de PM₁₀ modelo EDM 180

Variable	Parámetro	Nombre de Trama	Unidad	Frecuencia de datos
Ambiental	Material particulado con diámetro aerodinámico menor a 10 micras (PM ₁₀)	PM10_UGM3	µg/m ³	5 minutos
Operativo	Flujo PM ₁₀	PM10_FLOW	lt/min	5 minutos
Operativo	Presión atmosférica	PM10_PRESION	HPa	5 minutos
Operativo	Temperatura ambiental	PM10_TEMP	°C	5 minutos
Operativo	Humedad relativa	PM10_HR	%	5 minutos
Operativo	Estado PM ₁₀	PM10_ESTADO	-	5 minutos

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Tabla 8. *Parámetros de equipo monitor continuo de PM2.5 modelo EDM 180*

Variable	Parámetro	Nombre de Trama	Unidad	Frecuencia de datos
Ambiental	Material particulado con diámetro aerodinámico menor a 2.5 micras (PM2.5)	PM25_UGM3	µg/m³	5 minutos
Operativo	Flujo de equipo PM2.5	PM25_FLOW	lt/min	5 minutos
Operativo	Presión atmosférica ambiental	PM25_PRESION	HPa	5 minutos
Operativo	Temperatura ambiental	PM25_TEMP	°C	5 minutos
Operativo	Humedad relativa ambiental	PM25_HR	%	5 minutos
Operativo	Estado de equipo PM2.5	PM25_ESTADO	-	5 minutos

Tabla 9. *Parámetros de equipo monitor continuo de SO2 modelo 43i y 43iQ*

Variable	Parámetro	Nombre de Trama	Unidad	Frecuencia de datos
Ambiental	Dióxido de azufre SO2	SO2_PPB	ppb	5 minutos
Operativo	Flujo de equipo SO2	SO2_FLOW	L/min	5 minutos
Operativo	Lámpara interna de equipo	SO2_LAMP_INT	-	5 minutos
Operativo	Temperatura interna de equipo	SO2_INTERNAL_TEMP	°C	5 minutos
Operativo	PMT voltaje de equipo	SO2_PMT_VOLTAGE	V	5 minutos
Operativo	Lámpara de voltaje de equipo	SO2_LAMP_VOLTAGE	V	5 minutos
Operativo	Temperatura de cámara de equipo	SO2_BENCH_TEMP	°C	5 minutos
Operativo	Presión de cámara de equipo	SO2_BENCH_PRESS	mmHg	5 minutos
Operativo	Estado de equipo SO2	SO2_ESTADO	-	5 minutos

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Tabla 10. Parámetros de equipo monitor continuo de H₂S modelo 450i y 450iQ

Variable	Parámetro	Nombre de Trama	Unidad	Frecuencia de datos
Ambiental	Sulfuro de hidrogeno H ₂ S	H2S_PPB	ppb	5 minutos
Operativo	Flujo de equipo H ₂ S	H2S_FLOW	L/min	5 minutos
Operativo	Lampara interna de equipo H ₂ S	H2S_LAMP_INT	-	5 minutos
Operativo	Temperatura interna de equipo H ₂ S	H2S_INTERNAL_TEMP	°C	5 minutos
Operativo	PMT voltaje de equipo H ₂ S	H2S_PMT_VOLTAGE	V	5 minutos
Operativo	Lámpara de voltaje de equipo H ₂ S	H2S_LAMP_VOLTAGE	V	5 minutos
Operativo	Temperatura de cámara de equipo H ₂ S	H2S_BENCH_TEMP	°C	5 minutos
Operativo	Presión de cámara de equipo H ₂ S	H2S_BENCH_PRESS	mmHg	5 minutos
Operativo	Estado de equipo H ₂ S	H2S_ESTADO	-	5 minutos

Tabla 11. Parámetros de equipo monitor continuo de NO₂ modelo 42iQ

Variable	Parámetro	Nombre de Trama	Unidad	Frecuencia de datos
Ambiental	Dióxido de nitrógeno NO ₂	NO2_PPB	ppb	5 minutos
Ambiental	Monóxido de nitrógeno NO	NO_PPB	ppb	5 minutos
Ambiental	Óxidos de nitrógeno NO _x	NOX_PPB	ppb	5 minutos
Operativo	Flujo de equipo NO	NO_FLOW	L/min	5 minutos
Operativo	Temperatura interna de equipo NO	NO_INTERNAL_TEMP	°C	5 minutos
Operativo	PMT voltaje de equipo NO	NO_PMT_VOLTAGE	V	5 minutos
Operativo	Presión de cámara de equipo NO	NO_CHAMBER_PRESS	mmHg	5 minutos
Operativo	Estado de equipo NO	NO_ESTADO	-	5 minutos

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Tabla 12. *Parámetros de equipo monitor continuo de CO modelo 48iQ*

Variable	Parámetro	Nombre de Trama	Unidad	Frecuencia de datos
Ambiental	Monóxido de carbono CO	CO_PPB	ppb	5 minutos
Operativo	Flujo de equipo CO	CO_FLOW	L/min	5 minutos
Operativo	Temperatura interna de equipo	CO_INTERNAL_TEMP	°C	5 minutos
Operativo	Voltaje de equipo	CO_BIAS_VOLTAGE	V	5 minutos
Operativo	Temperatura de cámara de equipo	CO_BENCH_TEMP	°C	5 minutos
Operativo	Presión de cámara de equipo	CO_BENCH_PRESS	mmHg	5 minutos
Operativo	Estado de equipo	CO_ESTADO	-	5 minutos

2.5.2. Validación sistemática de nivel 1

Este nivel de validación se aplica a datos de cinco (5) minutos y se generará dos (2) bases de datos de nivel uno: base de datos 2 de nivel 1 de cinco (5) minutos prevalidado (BD2_N1_5M) que no debe ser editado porque servirá de trazabilidad ante posibles errores, además será automatizado por un algoritmo de procesamiento de datos; también se generará la base de datos 3 de nivel 1 de cinco (5) minutos validados (BD3_N1_5M), que podrá ser analizada, evaluada, editada y validada por el analista de datos en base a los siguientes criterios:

A. Captura de datos. Es la cantidad de data que se prevé recopilar durante el transcurso del período de medición objetivo, como se detalla en la Tabla 13.

Tabla 13. Captura de datos esperados por periodo de medición objetivo

Periodo de medición	Captura de datos esperado
1 hora	$\frac{60 \text{ min.}}{5 \text{ min.}} = 12 \text{ datos de 5 minutos}$

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

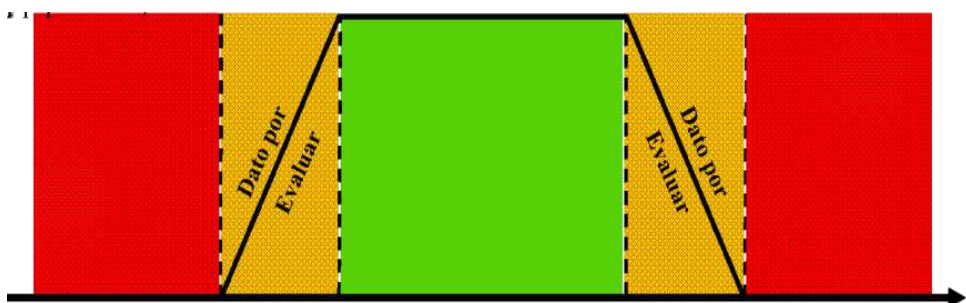
Periodo de medición	Captura de datos esperado
24 horas	$12 \frac{\text{datos}}{\text{hora}} \times 24 \text{ horas} = 288 \text{ datos de 5 minutos}$
	$1 \text{ día} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{1 \text{ dato}}{\text{hora}} = 24 \text{ datos horarios}$
Mes	$12 \frac{\text{datos}}{\text{hora}} \times 24 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 30 \text{ días} = 8640 \text{ datos de 5 minutos}$
	$12 \frac{\text{datos}}{\text{hora}} \times 24 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 31 \text{ días} = 8928 \text{ datos de 5 minutos}$
	$\frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{1 \text{ dato}}{\text{hora}} \times 30 \text{ días} = 720 \text{ datos horarios}$
	$\frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{1 \text{ dato}}{\text{hora}} \times 31 \text{ días} = 744 \text{ datos horarios}$

Nota. En el caso que la base de datos BD2_N1_5M no cumpla con el criterio de captura de datos esperados, se debe complementar la serie de tiempo faltante mediante la recopilación manual de datos, remotamente o in situ del data logger o memoria interna del equipo, para evitar la pérdida de datos por algún detalle técnico que se describe en la Tabla 2.6.

B. Límites históricos. Este criterio permite evaluar y validar los datos para determinar si los datos estuvieron dentro o fuera de los límites de resolución del equipo de acuerdo con su manual técnico, asimismo como los límites históricos que se establecen en base al rango estadístico (mínima y máxima) de los datos históricos validados para cada estación, como se detalla en las Figura 1 y Tabla 14. Estos límites históricos pueden ser actualizados con el transcurrir del tiempo del monitoreo.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 1. Asignación de límites a parámetros ambientales



Nota. Gráfico trapezoidal que permite clasificar los datos en base a límites históricos válidos y límites de resolución de un equipo de monitoreo; donde se observa que los datos que estén entre los límites L2 y L3 se considerarán válidos, entre los límites L1 a L2 y L3 a L4, se consideran datos por evaluar y los datos menores al límite L1 o mayores a L4 se considerarán datos inválidos por encontrarse fuera del límite de resolución del equipo de monitoreo.

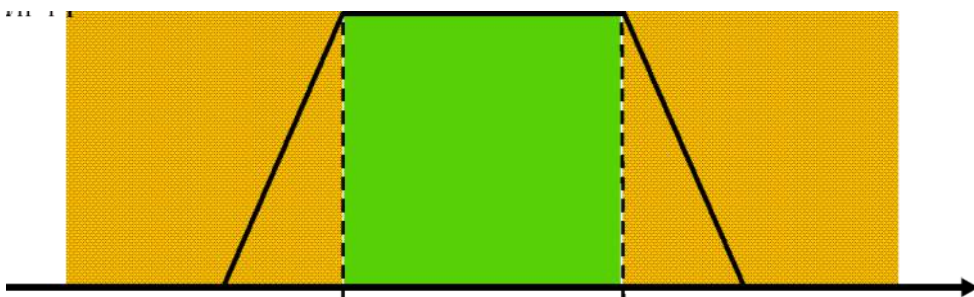
Tabla 14. Asignación de límites a parámetros ambientales

Parámetro Ambiental	Equipo	Unidad	Frecuencia de datos	Límite 1 (L1)	Límite 2 (L2)	Límite 3 (L3)	Límite 4 (L4)
PM _{2,5}	EDM 180	µg/m³	5 minutos y horarios	L1_µg/m³	L2_µg/m³	L3_µg/m³	L4_µg/m³
PM ₁₀	EDM 180	µg/m³	5 minutos y horarios	L1_µg/m³	L2_µg/m³	L3_µg/m³	L4_µg/m³
SO ₂	43i, 43iQ	ppb	5 minutos y horarios	L1_ppb	L2_ppb	L3_ppb	L4_ppb
H ₂ S	450i, 450iQ	ppb	5 minutos y horarios	L1_ppb	L2_ppb	L3_ppb	L4_ppb
NO ₂	42iQ	ppb	5 minutos y horarios	L1_ppb	L2_ppb	L3_ppb	L4_ppb
CO	48iQ	ppb	5 minutos y horarios	L1_ppm	L2_ppm	L3_ppm	L4_ppm

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

C. Límites operativos. Este criterio permite evaluar los parámetros operativos de funcionamiento del equipo en base a su manual de operación. La variación óptima del parámetro será entre el límite mínimo (L1) y máximo (L2) de los parámetros de operación, como se detalla en las Figura 2 y Tablas 15, 16, 17.

Figura 2. Asignación de límites a parámetros operativos



Nota. Gráfico trapezoidal que permite clasificar los datos operativos en base a límites de funcionamiento óptimos de un equipo de monitoreo; se observa que los datos que estén entre los límites L1 y L2 se considerará que el equipo está operando correctamente y los datos menores al límite L1 o mayores a L2 se considerará la evaluación del equipo ante una posible falla técnica para su mantenimiento correctivo.

Tabla 15. Asignación de límites operativos de equipo PM_{10} modelo EDM 180

Parámetro	Nombre de Trama	Unidad	Frecuencia de datos	Límite 1 (L1)	Límite 2 (L2)
Flujo PM_{10}	PM10_FLOW	L/min	5 minutos y horarios	1.14	1.26

Tabla 16. Asignación de límites operativos de equipo $PM_{2,5}$ modelo EDM 180

Parámetro	Nombre de Trama	Unidad	Frecuencia de datos	Límite 1 (L1)	Límite 2 (L2)
Flujo $PM_{2,5}$	PM25_FLOW	L/min	5 minutos y horarios	1.14	1.26

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Tabla 17. Asignación de límites operativos de equipos SO₂, modelos 43i, 43iQ

Parámetro	Nombre de Trama	Unidad	Frecuencia de datos	Límite 1 (L1)	Límite 2 (L2)
Flujo de equipo SO ₂	SO ₂ _FLOW	L/min	5 minutos y horarios	0.3	1.0
Lámpara interna de equipo	SO ₂ _LAMP_INT	-	5 minutos y horarios	20	102
Temperatura interna de equipo	SO ₂ _INTERNAL_TEMP	°C	5 minutos y horarios	8	47
PMT voltaje de equipo	SO ₂ _PMT_VOLTAGE	V	5 minutos y horarios	-900	-400
Lámpara de voltaje de equipo	SO ₂ _LAMP_VOLTAGE	V	5 minutos y horarios	600	1200
Temperatura de cámara de equipo	SO ₂ _BENCH_TEMP	°C	5 minutos y horarios	44	51
Presión de cámara de equipo	SO ₂ _BENCH_PRESS	mmHg	5 minutos y horarios	300	800

D. Banderas de control. Las banderas de control son códigos que proporcionan detalles sobre la calidad de los datos en cada etapa del proceso de validación. Cada dato de 5 minutos debe estar acompañado por una bandera de control con el fin de proporcionar detalles sobre la calidad de la data a validar afectados por actividades críticas u operativas. Las banderas de control estarán definidas por un color característico y las descripciones como se detalla en la tabla 18 y 19 respectivamente. En el nivel 1 se asignará y evaluará las banderas de control según las actividades operativas de la estación.

Tabla 18. Asignación de colores a banderas de control

Color	Descripción
RGB: 211,240,224	Dato prevalidado
RGB: 87,208,6	Dato válido
RGB: 255,192,0	Dato por evaluar
RGB: 0,176,240	Dato recopilado manualmente
RGB: 255,0,0	Dato no válido
RGB: 255,255,255	Dato no registrado

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Tabla 19. Definición de banderas de control

Bandera	Descripción
PV	Dato prevalidado: Dato automatizado por algoritmo, que se considera pre correcto o verdadero sin evaluación de especialista. Aplicación: - base de datos 2 de nivel 1 de 5 minutos (BD2_N1_5M)
VA	Dato validado: Dato considerado preciso u objetivo que satisface los criterios críticos, operativos y sistemáticos de validación de datos de acuerdo con el protocolo y evaluación de especialista. Aplicación: - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M) - base de datos 4 de nivel 2 horarios (BD4_N2_1H) - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H) - base de datos 6 de nivel 3 diarios (BD6_N3_24H)
RM	Dato recopilado manualmente: Asignado a los datos que han sido recopilados manualmente del data logger o de la memoria interna del equipo que complementan a la base de datos de nivel cero. Aplicación: - base de datos 2 de nivel 1, de 5 minutos (BD2_N1_5M) - base de datos 4 de nivel 2 horarios (BD4_N2_1H)
LH	Límite histórico válido: Dato que debe analizarse y evaluarse para su validación o invalidación porque exceden los límites de la serie de datos históricos válidos por estación. Aplicación: - base de datos 2 de nivel 1 de 5 minutos (BD2_N1_5M) - base de datos 4 de nivel 2 horarios (BD4_N2_1H)
EV	Dato por evaluar: Asignado a los datos operativos susceptibles de evaluación en los niveles de validación cero, uno y dos cuando superen los parámetros operativos óptimos del equipo de medición. Aplicación: - base de datos 2 de nivel 1 de 5 minutos (BD2_N1_5M) - base de datos 4 de nivel 2 horarios (BD4_N2_1H)

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su reglamento y modificaciones. La integridad del documento y la autenticidad de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

ID	Insuficiencia de datos: Asignado a los datos no promediados, debido a que no alcanzó el umbral de suficiencia de datos, como se indica en la Tabla 20. Aplicación: - base de datos 5 de nivel 3 horarias (BD5_N3_1H) - base de datos 6 de nivel 3 diarias (BD6_N3_24H)
LD	Límite de detección de equipo: Dato que está fuera del límite de detección o resolución del equipo. Aplicación: - base de datos 2 de nivel 1 de 5 minutos (BD2_N1_5M) - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M)
FT	Funcionamiento técnico de equipo: Dato que se considera no válido debido a la presencia de alarmas en el equipo por parámetros operativos esenciales que se desvían de las configuraciones operativas estándar, comprometiendo así la validez de los datos. Aplicación: - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M) - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H) - base de datos 6 de nivel 3 diarios (BD6_N3_24H)
CT	Coherencia temporal: Dato no válido porque refiere a valores que permanecen constantes durante más de 3 horas consecutivas en las concentraciones. Aplicación: - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H)
CI	Coherencia interna: Dato no valido porque no se ajustan a las relaciones químicas entre los contaminantes, principalmente de partículas (PM10 y PM2.5) y óxidos de nitrógeno (NOx, NO y NO2) Aplicación: - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H)
EE	Evaluación de especialista: Dato no válido por analista o especialista en contaminantes del aire, quien evalúa técnica, visual y estadísticamente los parámetros ambientales y operativos del equipo.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	Aplicación: - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M) - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H) - base de datos 6 de nivel 3 diarios (BD6_N3_24H)
CA	Calibración de equipo: Asignado a los datos reportados durante el servicio externo de calibración de un equipo de medición. Aplicación: - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M) - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H) - base de datos 6 de nivel 3 diarios (BD6_N3_24H)
MA	Mantenimiento de equipo: Asignado a los datos reportados cuando se realizan actividades de mantenimiento preventivo o correctivo en los equipos de medición. Aplicación: - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M) - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H) - base de datos 6 de nivel 3 diarios (BD6_N3_24H)
VF	Verificación de equipo: Asignado a datos cuando se realizan actividades de verificación técnica al equipo de medición. Aplicación: - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M) - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H) - base de datos 6 de nivel 3 diarios (BD6_N3_24H)
IE	Interrupción eléctrica: Datos que no fueron recolectados debido a la ausencia de corriente eléctrica en el equipo de medición o estación. Aplicación: - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M) - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H) - base de datos 6 de nivel 3 diarios (BD6_N3_24H)

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias. La integridad del documento y la autenticidad de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

AF	Actualización de firmware: Asignado a los datos cuando el equipo de medición no registró datos debido a reajuste de su firmware. Aplicación: - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M) - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H) - base de datos 6 de nivel 3 diarios (BD6_N3_24H)
AA	Actualización de algoritmo: Se asigna a los datos cuando el equipo de medición no reportó resultados debido a un reajuste del algoritmo del data logger. Aplicación: - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M) - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H) - base de datos 6 de nivel 3 diarios (BD6_N3_24H)
EA	Equipo apagado: Se asigna a los datos cuando el equipo no presentó resultados debido a que estuvo apagado por una contingencia técnica, a pesar de que la estación cuenta con corriente eléctrica. Aplicación: - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M) - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H) - base de datos 6 de nivel 3 diarios (BD6_N3_24H)
SE	Sin equipo: Se asigna cuando los datos no fueron capturados debido a la retirada del equipo de medición por una contingencia. Aplicación: - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M) - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H) - base de datos 6 de nivel 3 diarios (BD6_N3_24H)
IM	Insuficiencia de memoria: Se asigna cuando no se recopila datos porque la memoria interna del equipo o el data logger de la estación se saturó.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

	Aplicación: - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M) - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H) - base de datos 6 de nivel 3 diarios (BD6_N3_24H)
ST	Sin transmisión: Dato no transmitido al servidor central, pero pendiente de evaluación, se almacena en el registrador de datos o equipo para su recopilación manual y posterior validación. Aplicación: - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M) - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H) - base de datos 6 de nivel 3 diarios (BD6_N3_24H)
ED	Equipo desconfigurado: Dato no registrado cuando el equipo o data logger por un detalle técnico se desconfiguró y no almacenó resultados de medición, pese a estar encendido. Aplicación: - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M) - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H) - base de datos 6 de nivel 3 diarios (BD6_N3_24H)
ND	No disponible: Aplica a todo dato no registrado en caso de un escenario no cubierto por este conjunto de banderas descritas en los puntos anteriores; la inclusión de banderas adicionales se evaluará según sea necesario. Aplicación: - base de datos 2 de nivel 1, de 5 minutos (BD2_N1_5M) - base de datos 3 de nivel 1 de 5 minutos (BD3_N1_5M) - base de datos 4 de nivel 2 horarios (BD4_N2_1H) - base de datos 5 de nivel 3 horarios (BD5_N3_1H)

Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias. La integridad del documento y la autenticidad de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.5.3. Validación sistemática de nivel 2

Este nivel de validación se aplica a los datos horarios y se generará la base de datos 4 de nivel 2 horario (BD4_N2_1H) que no debe ser editado porque servirá de trazabilidad ante posibles errores, además será automatizado por un algoritmo de procesamiento de datos en base a los siguientes criterios:

Suficiencia de datos. Consiste en la cantidad mínima indispensable de datos válidos necesarios para calcular los promedios de una hora, promedios móviles de tres y ocho horas con el fin de alcanzar el requisito de >75% de datos requeridos, como se detalla en la Tabla 20.

Tabla 20. Suficiencia de datos para calcular promedios

Periodo de medición	Suficiencia de datos válida requerida para calcular promedios
1 hora	$0,75 \times 12 \cong 9$ <i>datos de 5 minutos</i>
3 horas	$0,75 \times 3 \cong 3$ <i>datos horarios</i>
8 horas	$0,75 \times 8 \cong 6$ <i>datos horarios</i>
24 horas	$0,75 \times 24 \cong 18$ <i>datos horarios</i>
Mensual	$0,15 \times 30 \cong 5$ <i>datos de 24 horas</i>
Anual	$0,75 \times 12 \cong 9$ <i>datos mensuales</i>

Asignación de banderas. Reasignación de banderas a los datos horarios (BD4_N2_1H) por algoritmo de procesamiento de datos.

2.5.4. Validación sistemática de nivel 3

Se aplica a los datos horarios, diarios y se generarán dos bases de datos de nivel tres: base de datos 5 de nivel 3 horarios, móvil de 3 horas y móvil de 8 horas (BD5_N3_1H) y base de datos 6 de nivel 3 de 24 horas (BD6_N3_24H), para el cálculo de los promedios diarios se debe considerar la Tabla 20. En este nivel se debe considerar los siguientes criterios:

Coherencia temporal. Criterio que considera que no se observen datos continuos de concentración horaria durante más de tres horas, ya que esto

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

invalidaría el cuarto dato horario o siguientes, este criterio solo es aplicado a los datos horarios (BD5_N3_1H).

Coherencia interna. Se debe verificar que las concentraciones horarias deben mantener las siguientes relaciones químicas entre contaminantes como:

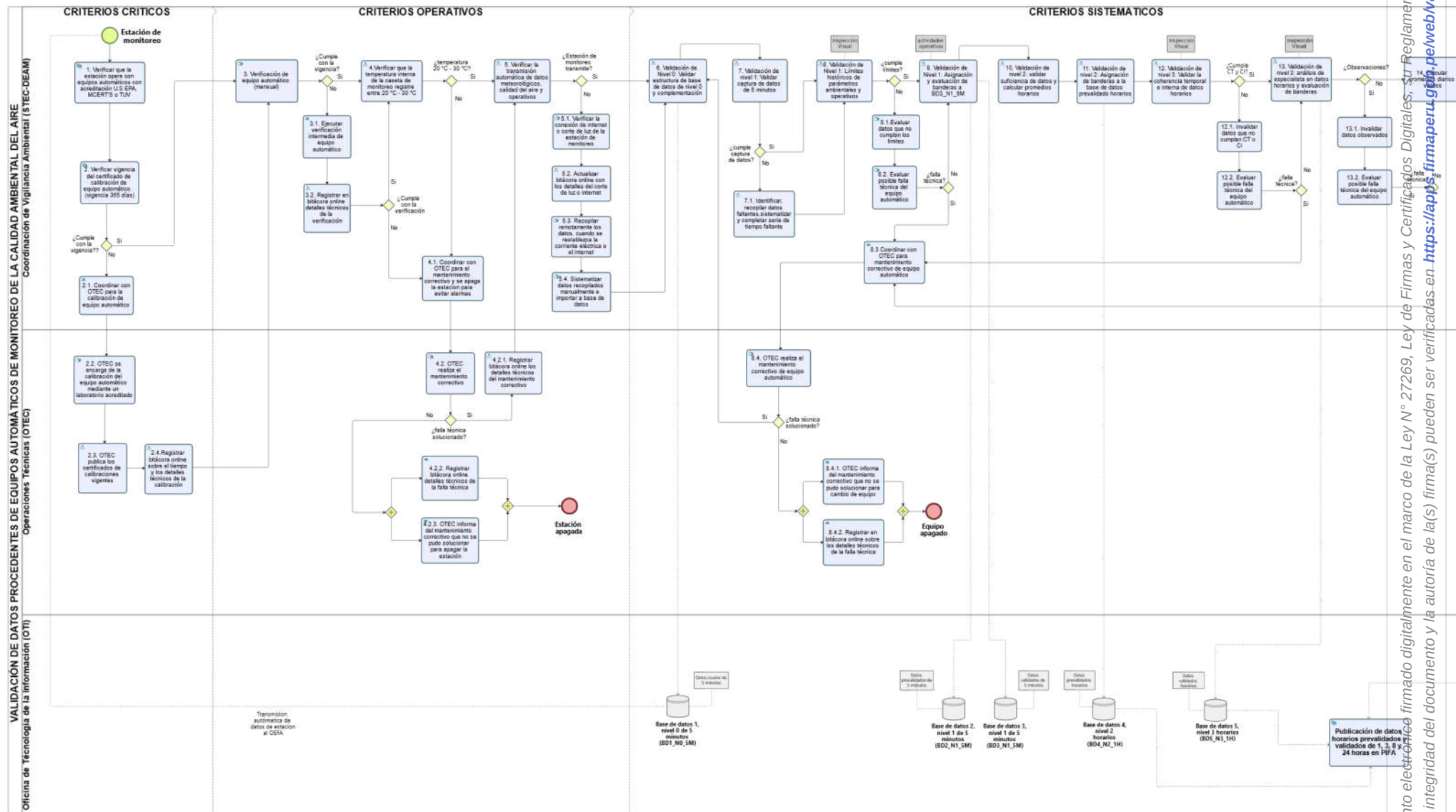
$$\frac{PM_{2.5}}{PM_{10}} \leq 1$$

$$\frac{NO + NO^2}{NOx} = [0,9 - 1,1]$$

Asignación y evaluación de banderas de control. Evaluar la actualización de banderas en los casos donde los datos fueron invalidados o alterados por actividades operativas, fallas técnicas u otras actividades operativas que afecten el funcionamiento de los equipos de monitoreo.

Análisis de especialista. Evaluación realizada por un analista de datos en contaminantes de aire, a base de la experiencia en la inspección visual de gráficos de control de series de tiempo e identificación de anomalías de los parámetros ambientales y operativos a validar.

Anexo 01. Flujograma proceso de validación de datos procedentes de equipos automáticos de monitoreo de la calidad ambiental del aire



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo de la estación meteorológica modelo Vantage Pro2

I. OBJETIVO

Establecer las acciones para la instalación, uso, configuración y descarga de datos de la estación meteorológica marca Davis, modelo Vantage Pro 2, para la medición de temperatura ambiental, humedad relativa, presión barométrica, precipitación pluvial, velocidad de viento, dirección de viento y radiación solar.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Consideraciones Preliminares

El/La Especialista de ensayos de calidad de aire debe considerar los siguientes criterios:

- Para la instalación y uso del equipo, considerar los criterios y requisitos técnicos establecidos en el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire”¹, Manual Técnico del SENAMHI² y/o de acuerdo con lo establecido en el Manual del fabricante.
- En la recepción de los equipos el/la Operador/a de ensayo deberá de revisar e inspeccionar en las instalaciones de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (en adelante, **UF-OTEC**), antes de la salida a campo que todos los accesorios y herramientas se encuentren completos usando el formato PM0309-F01 “Lista de verificación para equipos”
- Asimismo, se deberá de realizar la inspección visual in situ antes de realizar la instalación, a fin de detectar posibles defectos visibles luego del transporte. La inspección puede comprender lo siguiente:
 - Verificar el buen estado e integridad del equipo, así como los accesorios externos e internos del equipo.
 - Realizar la inspección del equipo, a fin de detectar defectos visibles, como conectores sueltos, accesorios sueltos, acumulación de agua o acumulación excesiva de polvo y suciedad, que pueden ocasionar fallas en el equipo.
 - Usar un pincel suave o un paño para eliminar la suciedad persistente en caso existiera.
- El mantenimiento preventivo y correctivo de la estación meteorológica es ejecutado por la **UF-OTEC** de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.

¹ Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM.

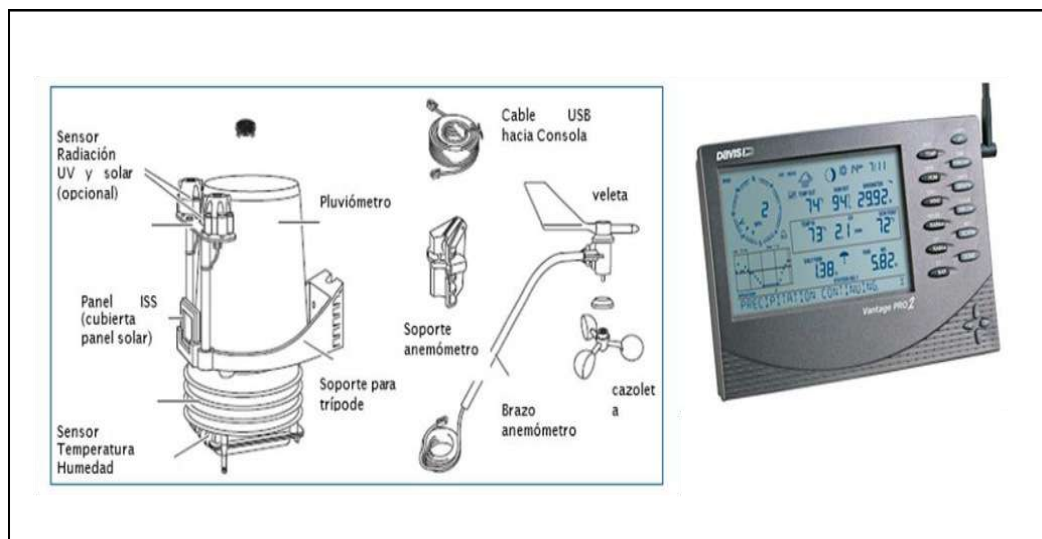
² Manual Técnico: MT-DRD-001-Instalación y Operación de Estaciones. Versión: 01, SENAMHI 2021

- e. La verificación de los sensores meteorológicos y el “data logger” deben ser verificados operativamente antes de realizar la medición en campo. En Gabinete lo llevará a cabo la UF-OTEC y en campo el/la Especialista, y se verifica principalmente que la señal de los sensores esté registrando en el data logger.
- f. El Gestor de ensayo de calidad de aire, es el responsable de hacer cumplir el presente documento.
- g. El Operador de ensayo de calidad de aire, es el responsable del correcto cumplimiento de lo establecido en el presente instructivo y usar la documentación vigente.

2.2. Partes básicas del equipo

La estación meteorológica consta de las siguientes partes y equipos:

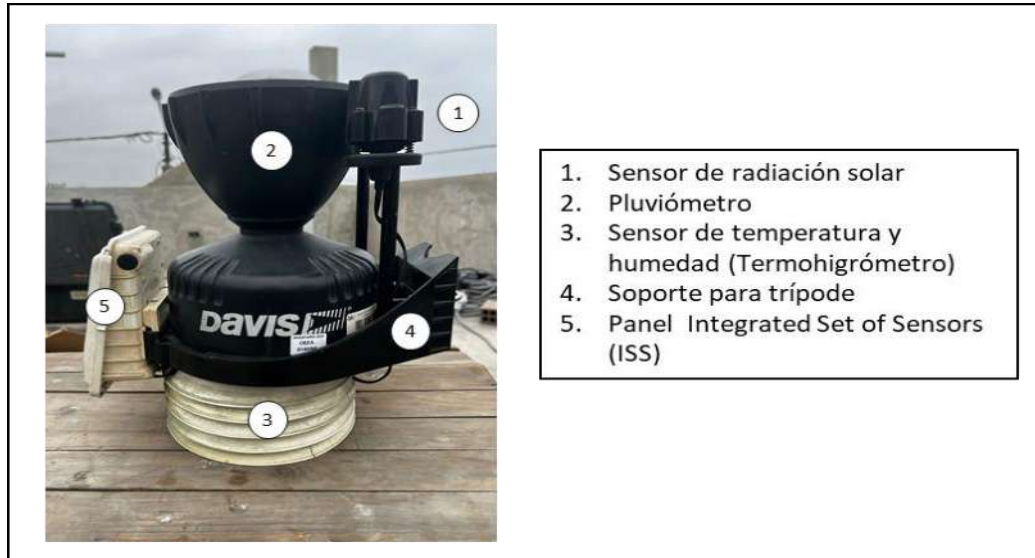
Figura 1: Componentes básicos de la estación meteorológica marca Davis Instruments, modelo Vantage Pro 2 (incluye data logger)



2.3. Instalación del equipo y puesta en funcionamiento

Antes de empezar el armado e instalación se debe de asegurar el punto de energía, como la integridad de la estación meteorológica y se debe considerar los siguientes criterios técnicos:

Figura 2. Sensores de la estación meteorológica marca Davis (modelo Vantage Pro2)



2.3.1 Criterios técnicos para la instalación:

- El sensor del termohigrómetro debe ser colocado, a una altura entre 1,25 y 2 m sobre el nivel del suelo. La distancia a un obstáculo debe ser de 1,5 m el diámetro de la torre o mástil.
- El sensor del barómetro debe ser colocado, a una altura entre 1,5 y 2 m sobre el nivel del suelo. La distancia a un obstáculo debe ser de 1 m. Debe estar instalado dentro de la plataforma de recolección con una entrada de aire conectada al medio externo.

Figura 3. Sensor de presión (interior de la consola)



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

c. El sensor del

d. de los obstáculos estará a 3 m de altura y entonces se considerará que la altura efectiva de un obstáculo de 7 m es de 4 m).³

2.3.2 Armado de la estación meteorológica

- Armar el trípode del equipo sobre una superficie plana y segura para lograr la nivelación adecuada del equipo.

Nota. En caso el equipo cuente con un nivel, se debe tomar en consideración.

- Es importante considerar, que para las estaciones meteorológicas inalámbricas Davis, su fuente de energía es a través de un panel solar.
- Armar los componentes de la estación meteorológica considerando las precisiones del ítem 2.3.1 Criterios técnicos para la instalación.

a. Anemómetro

- Ensamble el anemómetro, fijando la veleta y cazoleta al brazo del anemómetro. Use la llave Allen (0,05") para ajustar la tuerca interna de la cazoleta y veleta.
- Ensamble el brazo al soporte de anemómetro. Retire con cuidado el cable que será conectado en el panel ISS.
- Retire la cubierta blanca del ISS (panel solar) y revise que las conexiones de comunicación para los parámetros de viento, humedad y temperatura. Si la estación cuenta con sensores de lluvia y radiación solar también verifíquelos.
- Retire la batería de Litio (3V) y verifique que no estén sulfatados sus conectores. Luego instale la batería nuevamente.
- Configurar el data logger para que registre los promedios de velocidad.

³ Guía de instrumentos y métodos de observación Volumen I – Medición de variables meteorológicas. Organización Meteorológica Mundial (OMS). 2008

Figura 4. Sensores de velocidad y dirección de viento



2.3.3 Sensores y data logger

Instalar en el trípode los sensores de parámetros meteorológicos y conectar al “data logger”.

Figura 5. Data logger y Panel Integrated Set of Sensors (ISS)



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

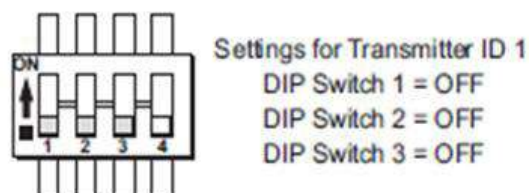
Figura 6. Estación meteorológica de la marca Davis instalada



2.3.4 Configuración del "Transmitter ID"(inalámbrico) (viene de OTEC)

- Configurar el "Transmitter ID" ubicando los "switch's" para recibir información en el "ID 1".

Figura 7. Configuración del "Transmitter ID"



- Según especificaciones del fabricante para realizar el cambio del ID considerar la siguiente tabla:

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 8. Tabla de Especificaciones del fabricante

ID Code	Switch 1	Switch 2	Switch 3
#1 (default)	off	off	off
#2	off	off	ON
#3	off	ON	off
#4	off	ON	ON
#5	ON	off	off
#6	ON	off	ON
#7	ON	ON	off
#8	ON	ON	ON

- Realizar el cambio para evitar generar interferencias en la recepción de datos.

2.3.5 Revisión de la consola Davis Vantage Pro2

- Verificar que las tres (3) baterías Tipo “C” no estén sulfatadas, asimismo, verificar que no se encuentren descargadas, para posteriormente instalarlas en la parte posterior de la consola. Debe sonar una alarma (“beep”) indicando el encendido automático. En caso las baterías se encuentren sulfatadas o descargadas deben reemplazarse cada seis (6) semanas.

Nota. Para las consolas que cuenten con panel solar integrado el cambio de pilas tipo C se realizará cada 5 meses.

- Verificar la correcta instalación del “data logger”. Este componente es la memoria del equipo que almacena toda la información meteorológica que es descargada posteriormente mediante el software WeatherLink.

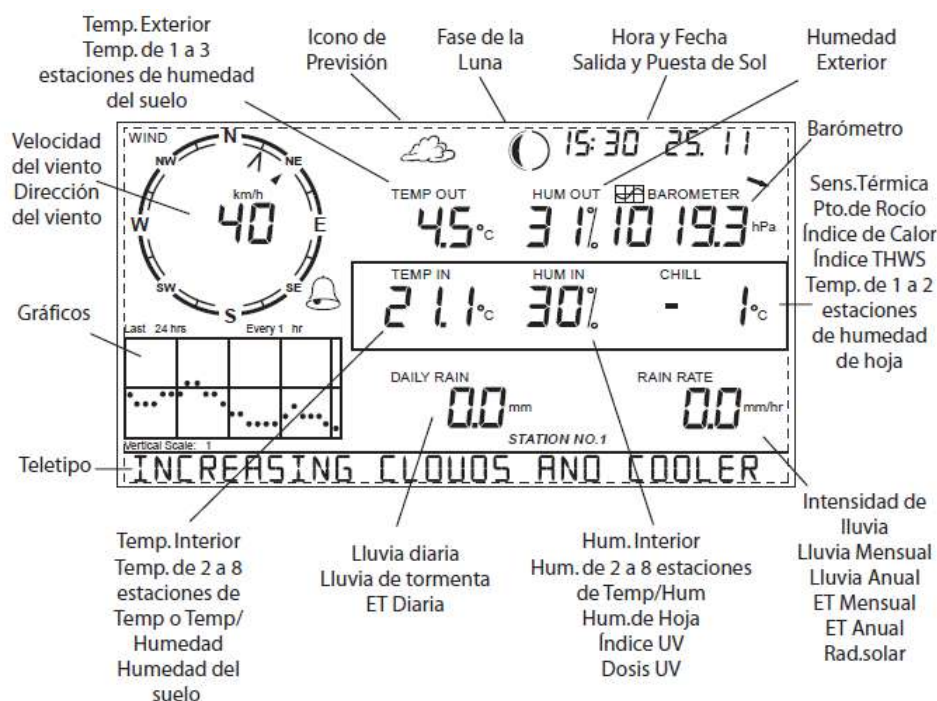
Nota. Es importante identificar de manera clara cuál es la fuente de energía del equipo (baterías, panel solar o energía eléctrica)

2.3.6 Configuración manual de la estación meteorológica desde la consola Vantage Pro2.

- Verificar la comunicación entre el panel Integrated Set of Sensors (ISS) y la consola “Vantage Pro2”. Una vez encendida en la consola aparece un símbolo al lado derecho sobre la barra “TELETIPO”.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 9. Pantalla de la Consola Davis Vantage Pro2



Donde:

- "X" parpadeando en la esquina derecha indica que está recibiendo datos.
- "L" indica que la señal se ha perdido.
- "R" indica que la consola está intentando restablecer la recepción.
- En el mensaje "RECIEVING FROM" espere un momento hasta que aparezca el ID detectado. Pulse «DONE» para avanzar al siguiente mensaje.
- Davis con cable viene el ID 1.
- En "ISS" pulse «+» ó «-» para seleccionar la estación detectada. Aparece en "ON" (para recibir desde esa estación) la estación con ID detectado y en "OFF" (para no recibir) el resto de IDs. Luego de seleccionar el ISS pulse "DONE".
- En "RETRANSMIT" seleccione "OFF" (pulse «+» ó «-») y presione "DONE" (opcional) algunas ON
- En "ENTER TIME". Para cambiar la fecha y la hora pulse las flechas «<» ó «>» y «+» ó «-».

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- En "ENTER LATITUDE" pulse "DONE" hasta que aparezca el mensaje "<GMT-05.00> BOGOTÁ, LIMA". En caso se encuentre en otra zona horaria pulse "+" ó "-" para seleccionar la zona que corresponde a su región y pulse «DONE» para avanzar al siguiente mensaje.
- En "DAYLIGHT SAVINGS" seleccione "MANUAL" y pulse "DONE". Luego selecciones "OFF" y pulse nuevamente "DONE".
- En "ENTER ELEVATION" esta opción permanece en "0000" por default. En caso se requiera pulse "+" ó "-" ingresar una altitud, luego pulse "DONE" para continuar.
- En "WIND CUP SIZE" pulse «+» ó «-» para cambiar la configuración (LARGE). Luego pulse "DONE".
- En "RAIN COLLECTOR" pulse "+" ó "-" para cambiar la configuración 0.01 in. Luego pulse "DONE".
- En "RAIN SEASON BEGINS" pulse "+" ó "-" para cambiar la configuración. (por defecto). Luego Pulsar "DONE".
- Mantenga pulsado "DONE" para guardar la configuración.

2.3.7 Orientación al norte magnético

- Situar la brújula sobre una superficie plana y a la altura del brazo del anemómetro.
- Orientar el brazo del anemómetro en dirección paralela al «NORTE» / «SUR» indicado por la brújula.
- Alinear la veleta con el brazo del anemómetro y verificar que el registro «WIND» en la consola está situado en «N» (norte) / «S» (sur).

Nota. Para las estaciones meteorológicas inalámbricas están orientadas al sur, y para las que son cableadas están orientadas al norte.

2.4. Descarga de datos

- Al culminar el periodo de muestreo realizar la descarga de información siguiendo los siguientes pasos.
- Conecte la consola Vantage Pro2 a la PC o Laptop, mediante el cable USB proporcionado por el fabricante. La consola debe estar encendida.

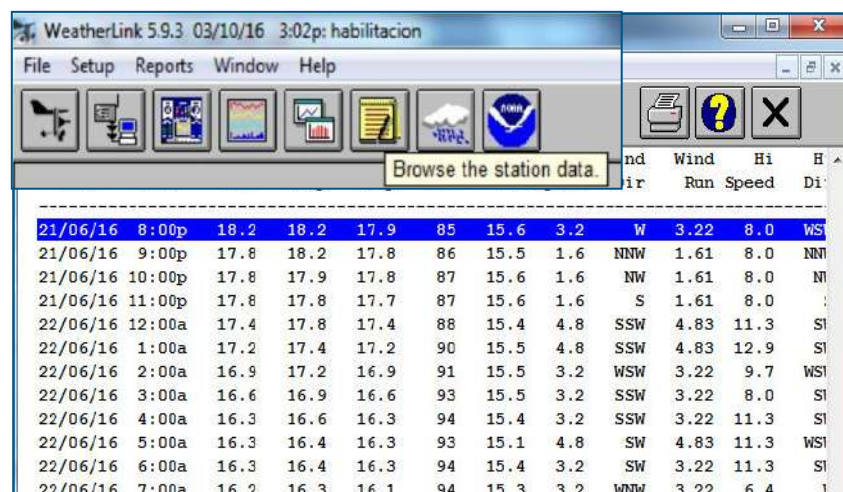


 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- c. Ejecute el software WeatherLink versión vigente y compatible para descargar los datos almacenados en el data logger de la consola y siga los siguientes pasos:
1. Pulse “SI”, en el mensaje inicial que aparece en pantalla. En “New Station” seleccione una carpeta y un nombre para crear el archivo de descarga.
 2. En el mensaje “Walkthrough Setup” pulse “SI”, para iniciar la configuración.
 3. Especifique las características de la estación meteorológica. Pulse “OK”, complete los datos solicitados y seleccione las opciones acordes con el equipo.
 4. Verifique la comunicación entre la consola y el computador. Pulse “OK”, seleccione la opción USB y haga caso omiso a la alerta (warning) que aparece en pantalla. Pulse nuevamente “OK”.
 5. Para verificar la comunicación se deberá ingresar a setup/communications Port, debe estar señalada la pestaña de USB.
 6. En “Choose Units” defina qué unidades requiere para su reporte. Pulse “OK”.
 7. En los siguientes mensajes pulse “SKIP” hasta que se solicite realizar nuevamente la configuración paso a paso (Walkthrough) y pulse “NO” sobre este último mensaje.

Nota. Generalmente se trabaja los parámetros de acuerdo a las siguientes unidades: en “Temperature” (°C) / “Rain” (mm) / “Barometer” (mmHg) / “Elevation” (meters) / “Wind Speed” (m/s).

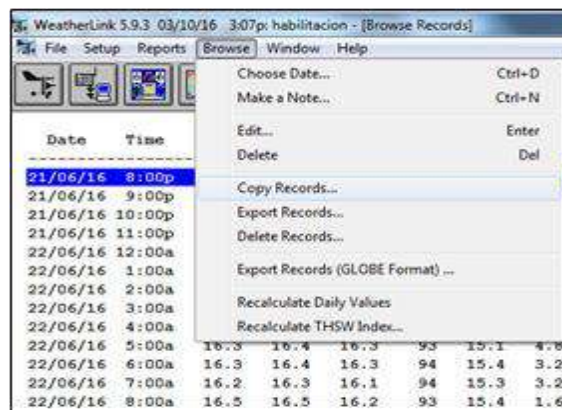
- d. Descargue los datos almacenados pulsando el ícono de la barra de menú superior  “Download the weather station”. Aparecerá un mensaje indicando la cantidad de datos a Descargar. Pulse “OK”.
- e. Pulse el ícono  “browse the station data” para visualizar el registro descargado.



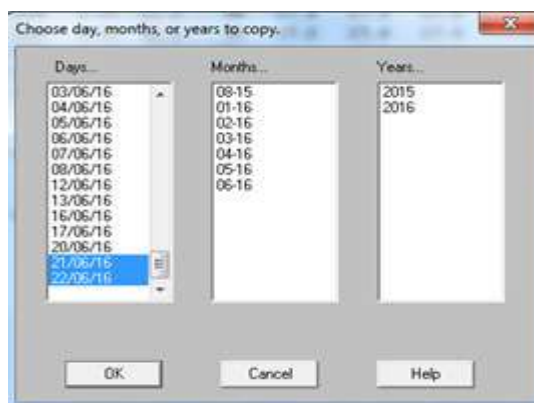
Date/Time	Temp	Hum	Wind	Bar	Alt	Dir	Speed	Dir	Speed	Dir
21/06/16 8:00p	18.2	18.2	17.9	85	15.6	3.2	W	3.22	8.0	WS
21/06/16 9:00p	17.8	18.2	17.8	86	15.5	1.6	NNW	1.61	8.0	NN
21/06/16 10:00p	17.8	17.9	17.8	87	15.6	1.6	NW	1.61	8.0	NN
21/06/16 11:00p	17.8	17.8	17.7	87	15.6	1.6	S	1.61	8.0	:
22/06/16 12:00a	17.4	17.8	17.4	88	15.4	4.8	SSW	4.83	11.3	SI
22/06/16 1:00a	17.2	17.4	17.2	90	15.5	4.8	SSW	4.83	12.9	SI
22/06/16 2:00a	16.9	17.2	16.9	91	15.5	3.2	WSW	3.22	9.7	WSI
22/06/16 3:00a	16.6	16.9	16.6	93	15.5	3.2	SSW	3.22	8.0	SI
22/06/16 4:00a	16.3	16.6	16.3	94	15.4	3.2	SSW	3.22	11.3	SI
22/06/16 5:00a	16.3	16.4	16.3	93	15.1	4.8	SW	4.83	11.3	WSI
22/06/16 6:00a	16.3	16.4	16.3	94	15.4	3.2	SW	3.22	11.3	SI
22/06/16 7:00a	16.2	16.3	16.1	94	15.3	3.2	WNW	3.22	6.4	1

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

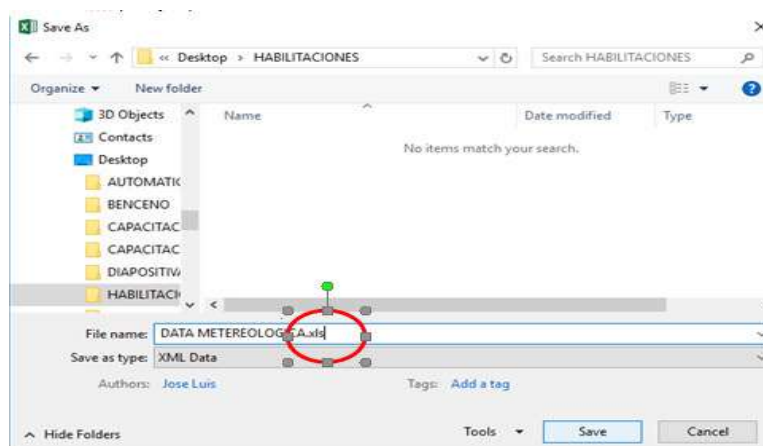
- f. Exporte la data a un archivo TXT o EXCEL según se requiera. En el menú “Browse” seleccione la opción “Export Records”. Aparecerá una ventana indicando las fechas que desea exportar. Seleccione las fechas que correspondan al lapso del monitoreo, horario (24h) y pulse “OK”.



- g. Para un periodo de tiempo en mediciones de días no es necesario seleccionar datos de las tres (03) columnas.



- h. Grabe en una carpeta el archivo en formato Excel grabando el nombre del archivo con la terminación xls, por ejemplo:



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- i. Cierre el programa WeatherLink versión vigente y compatible.
- j. Ejecute el Excel desde la ruta en la que se guardó el archivo con la data.
- k. Al culminar la descarga de data, procesarlo en el Formato de reporte de datos meteorológicos.

2.5. Mantenimiento preventivo en campo

Entiéndase por mantenimiento preventivo de campo a actividades que no impliquen operaciones invasivas o desarmado de partes delicadas o importantes en los equipos con el objetivo de prevención y prolongación de vida útil del equipo y mejora en la confiabilidad operativa.

Las frecuencias recomendadas para estas tareas pueden variar dependiendo del grado de contaminación en la ubicación donde opera el equipo y podría ser más estricta.

Dentro del mantenimiento preventivo se tiene:

2.5.1. Limpieza exterior (Mensual o cuando amerite)

- a. Para realizar la limpieza exterior, se debe desconectar la transmisión en el equipo.
- b. Desmontar todos los sensores y quitarles su protección.
- c. Posteriormente con la ayuda de un cepillo, brocha o paños suaves, realizar la limpieza exterior del polvo que se presencie en el equipo.
- d. Culminando la limpieza del polvo y partículas presentes, ensamblar las partes en las posiciones correctas.

Nota. Luego de finalizar los mantenimientos preventivos en campo, revisar y asegurar la transmisión de datos y que los datos sean coherentes.

2.6. Desinstalación y desmontaje de equipos y accesorios

Apagar el equipo y desconectar todas las instalaciones realizadas y accesorios con cuidado.

Desmontar todos los accesorios que dispone el equipo con mucho cuidado, y guardarlos en sus respectivas maletas o cajas, para su transporte y almacenamiento.

2.7. Procesamiento y validación de datos

Luego de la descarga de datos del PM0313-F39 “Módulo 0” o manualmente mediante el software LoggerNet, la información será procesada y validada en el formato PM0313-F36 Procesamiento y validación de data cruda de equipos de calidad ambiental del aire.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo de la estación meteorológica modelo CR1000 y CR300

I. OBJETIVO

Establecer las acciones para la instalación, uso, configuración y descarga de datos de la estación meteorológica marca Campbell modelo CR1000 y CR300, para la medición de temperatura ambiental, humedad relativa, presión barométrica, precipitación pluvial, velocidad de viento y dirección de viento.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Consideraciones preliminares

El/La operador/a de ensayos de calidad de aire debe considerar los siguientes criterios:

- Para la instalación y uso del equipo, considerar los criterios y requisitos técnicos establecidos en el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire”¹, Manual Técnico del SENAMHI² y/o de acuerdo con lo establecido en el manual del fabricante CR1000³, CR300⁴.
- En la recepción de los equipos el/la Operador/a de ensayo deberá de revisar e inspeccionar en las instalaciones de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (en adelante, **UF-OTEC**), antes de la salida a campo que todos los accesorios y herramientas se encuentren completos usando el formato PM0309-F01 “Lista de verificación para equipos”
- Asimismo, se deberá de realizar la inspección visual in situ antes de realizar la instalación, a fin de detectar posibles defectos visibles luego del transporte. La inspección puede comprender lo siguiente:
 - Verificar el buen estado e integridad del equipo, así como los accesorios externos e internos del equipo.
 - Realizar la inspección del equipo, a fin de detectar defectos visibles, como conectores sueltos, accesorios sueltos, acumulación de agua o acumulación excesiva de polvo y suciedad, que pueden ocasionar fallas en el equipo.
 - Usar un pincel suave o un paño para eliminar la suciedad persistente en caso existiera.

¹ Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM.

² Manual Técnico: MT-DRD-001-Instalación y Operación de Estaciones. Versión: 01, SENAMHI 2021

³ Operator's Manual CR1000 Data logger. Revisión: 2/2018.

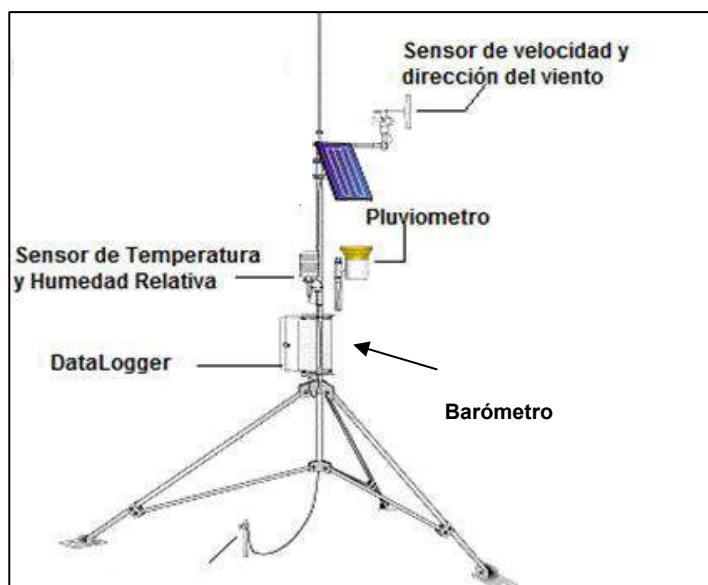
⁴ Product Manual CR300 Series Compact Data logger. Revisión 04/30/2018

- d. El mantenimiento preventivo y correctivo de la estación meteorológica es ejecutado por la **UF-OTEC** de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- e. La verificación de los sensores meteorológicos y el “data logger” deben ser verificados operativamente antes de realizar la medición en campo. En Gabinete lo llevará a cabo la UF-OTEC y en campo el/la Especialista, y se verifica principalmente que la señal de los sensores esté registrando en el data logger.
- f. El Gestor de ensayo de calidad de aire, es el responsable de hacer cumplir el presente documento.
- g. El Operador de ensayo de calidad de aire, es el responsable del correcto cumplimiento de lo establecido en el presente instructivo y usar la documentación vigente.

2.2. Partes básicas del equipo

La estación meteorológica consta de las siguientes partes y equipos:

Figura 1. Componentes básicos de la estación meteorológica marca Campbell



2.3. Instalación del equipo

Antes de empezar el armado e instalación se debe de asegurar el punto de energía, como la integridad de la estación meteorológica y se debe considerar los siguientes criterios técnicos:

2.3.1. Criterios técnicos para la instalación:

- a. El sensor del termohigrómetro debe ser colocado a una altura entre 1,25 y 2 m sobre la superficie donde se encuentra instalado el sensor. La

 Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

distancia a un obstáculo debe ser de 1,5 m el diámetro de la torre o mástil.

- b. El sensor del barómetro debe ser colocado a una altura entre 1,5 y 2 m sobre la superficie donde se encuentra instalado el sensor. La distancia a un obstáculo debe ser de 1 m. Debe estar instalado dentro de la plataforma de recolección con una entrada de aire conectada al medio externo.
- c. El sensor del pluviómetro debe ser colocado a una altura entre 1 a 1,5 m sobre la superficie donde se encuentra instalado el sensor. La distancia a un obstáculo debe ser de 3 a 4 veces la altura de un obstáculo. El medidor debe estar lo suficientemente alto para evitar que sea cubierto por la nieve, evitar asfalto y concreto por las salpicaduras.
- d. Respecto al anemómetro:
 - Debe ser ubicado en un área sin desniveles, libre de obstáculos e interferencias.
 - En el caso de que existiera un obstáculo, el sensor debe ser colocado, a una altura de 10 m sobre la superficie donde se encuentra instalado el sensor. La distancia a un obstáculo debe ser diez (10) veces la altura del obstáculo.
 - Si existen varios obstáculos con una altura superior a 2 m, se recomienda instalar los sensores 10 m por encima de la altura media de los obstáculos. Este método permite minimizar la influencia de las barreras físicas aledañas y representa una solución permanente para eliminar parte de los efectos de ciertos obstáculos. Por otro lado, tiene el inconveniente de precisar mástiles más altos de lo normal y, por lo tanto, más caros. Su uso puede plantearse para algunos lugares y, cuando eso ocurra, la altura de los obstáculos que se habrá de tener en cuenta es la que supere el nivel de 10 m por debajo de los sensores (por ejemplo, en el caso de un anemómetro instalado a 13 m de altura, el “suelo” de referencia de los obstáculos estará a 3 m de altura y entonces se considerará que la altura efectiva de un obstáculo de 7 m es de 4 m).⁵

2.3.2. Armado de la estación meteorológica

- a. Armar el mástil telescópico o trípode del equipo sobre una superficie plana y segura para lograr la nivelación adecuada del equipo.

Nota. En caso el equipo cuente con un nivel, se debe tomar en consideración.

⁵ Guía de instrumentos y métodos de observación Volumen I – Medición de variables meteorológicas. Organización Meteorológica Mundial (OMS). 2008

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- b. Es importante considerar, que para las estaciones meteorológicas Campbell, su fuente de energía es a través de energía eléctrica.
- c. Instalar el sensor de temperatura ambiental y humedad relativa en uno de los brazos del trípode y asegurar hasta que se encuentre fija, cumpliendo con los criterios técnicos precisados en el ítem 2.3.1.
- d. Instalar el sensor de presión ambiental en una atmósfera limpia y seca, y que no contenga sustancias corrosivas (tales como aceites, combustibles, entre otros), y lejos de fuentes electromagnéticas. Se recomienda instalarlo dentro de la misma caja a prueba de humedad donde se instala el data logger.
- e. Respecto a la instalación del anemómetro, se debe de seguir los siguientes pasos:
 - Retirar la tuerca de hélice de la punta de la anemoveleta y a continuación ensamblar el sensor helicoidal de cuatro (04) palas, posteriormente se vuelve a colocar la tuerca de hélice y se ajusta hasta que se encuentre fija.
 - Colocar el anillo de orientación en el mástil telescópico o trípode. No apretar la abrazadera de banda todavía. Se puede omitir el anillo de orientación cuando se utilice un trípode portátil.
 - Coloque la anemoveleta en el mástil telescópico o trípode. No apriete la banda.
 - Conectar el cable del sensor.
 - A continuación, con ayuda de una brújula, direccione el panel de comunicación, que se encuentra en la parte inferior, hacia el Sur.
 - Finalmente ajustar el collarín del anemómetro.
- f. Respecto al Pluviómetro, considerar los siguientes pasos:
 - Instalar el sensor del pluviómetro en uno de los brazos del trípode y ajustarlo hasta que se encuentre fija.
 - Considerar los criterios técnicos del ítem 2.3.1.

2.3.3. Sensores y data logger:

- Conectar los sensores de temperatura y humedad, anemómetro, pluviómetro a las entradas del data logger de acuerdo a las etiquetas.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 2. Sensor y data logger de la estación meteorológica marca Campbell



- En caso sea necesario asegurar que las entradas analógicas del “data logger” y los sensores de temperatura y humedad (HMP45C), anemómetro (05103), pluviómetro (TE525), presión barométrica (CS106), dependiendo del modelo, se encuentren instaladas correctamente. Ver el ejemplo de la Figura 3:

Figura 3. Ejemplo de diagrama de cables – Campbell CR1000

CS106 - BP_mbar	CR1000
Blue (Brown)	1H
Red	12V
Green	C1
Black	G
Clear	⏏ (Ground)
Yellow (White)	⏏ (Ground)
TE525/TE525WS - Rain_mm	CR1000
White	⏏ (Ground)
Clear	⏏ (Ground)
Black	P1
HygroVUE5/HygroVUE10 - AirTC, RH	CR1000
Brown	12V
White	C3
Black	G
(if present). Blue	G
(if present). Grey	Not Connected
05103 - WS_ms, WindDir	CR1000
Green	1L
White	⏏ (Ground)
Clear	⏏ (Ground)
Black	⏏ (Ground)
Red	P2
Blue	VX1 or EX1

- Para el ensamblado de la estación, conectar la fuente de energía (batería de 12 v) al *data logger*. En caso sea necesario, conectar o asegurar los sensores de acuerdo a las indicaciones de ensamblado de la Figura 3. Ejemplo de diagrama de cables – Campbell CR1000. Para más detalle de la instalación de los sensores, revisar el manual de usuario de cada sensor, según el modelo del equipo.
- Luego de culminar las conexiones de los sensores, debe quedar de la siguiente manera. (Ver Figura 4).

Figura 4. *Data Logger Campbell CR1000*



2.3.4. Configuración de intervalo de registro de información

Para realizar la verificación del intervalo de registro de información, seguir los siguientes pasos:

1. Ejecutar el programa LoggerNet e ingresar a la opción de “Setup”.
2. Elegir el modelo de data logger y crear el nombre de la estación para obtener una comunicación. Elegir la conectividad (ethernet, usb, etc)
3. Verificar y asegurar que el data logger registre la información de temperatura ambiental, humedad relativa, presión barométrica, velocidad de viento y dirección de viento, en un periodo de cinco (5) minutos, estos promedios derivan de las mediciones que el data logger realiza cada

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

treinta (30) segundos; cabe precisar que la configuración del intervalo de registro del data logger lo realiza la UF-OTEC.

4. En caso se necesite transmitir los datos de la estación meteorológica de manera remota (telemetría), deberá de ser realizado según las consideraciones del Anexo 1 del procedimiento PM0304 Evaluación ambiental de seguimiento con intervención continua, por lo que la configuración del intervalo de registro deberá de ser realizado con el apoyo del Responsable Técnico de Calidad de Aire.

2.4. Visualización de señales en el data logger “LoggerNet”

Para asegurar que las señales de los sensores meteorológicos se visualicen en el data logger se debe de seguir los siguientes pasos:

1. Ejecutar el programa LoggerNet.
2. Presionar la opción “Main” y luego la opción “Setup”.
3. Luego ir a la opción “Add”, dar click en “siguiente” y elegir el modelo de la estación meteorológica Campbell y presionar “siguiente”.
4. Luego de elegir el tipo de conexión, se recomienda elegir la opción “IP Port” y presionar “siguiente”.
5. Buscar el data logger correspondiente presionando la opción “UDP Search” y elegir el IP correspondiente al data logger configurado.
6. Luego presionar la opción “Add Selected” y colocar “Next” hasta que aparezca la opción de “Communication Test”.
7. Cuando aparezca esta opción seleccionar la opción “Yes” y presionar “Next”.
8. Luego de este proceso, aparecerá una ventana emergente, presionar “Finish” y cerrar la ventana.
9. Al culminar el proceso se retornará al Menú Principal, ingresar a “Main”, luego “Connect” e ingresar a la configuración creada en la barra lateral izquierda.
10. Posteriormente luego de seleccionar la configuración creada, presionar “Connect” en la parte superior y luego elegir la opción “Public”.
11. Finalizando este proceso se podrá visualizar las señales de los sensores de la estación meteorológica.

2.5. Descarga de datos

Para realizar la descarga de datos, seguir los siguientes pasos:

1. Ejecutar los pasos anteriores precisados en el ítem 2.4.
2. Luego seleccionar la opción “Custom”.

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

3. Se abrirá una ventana emergente y de preferencia seleccionar la opción “All the Data” (toda la data) ó “Data From Selected Date and time” (para un rango de fechas).
4. En la opción de File Mode seleccionar la opción “Create New File”.
5. En la opción de File Format seleccionar la opción “ASCII Table Data, long header (TOA5).
6. Seleccionar con un “check” la tabla con la información que se requiera descargar en la parte de “Table collection”.
7. Posteriormente, seleccionar la ruta donde se guardará el archivo en “Change File Name” y presionar la opción “Start Collection”
8. Esperar que la descarga se complete hasta el 100% y revisar la data información de la data descarga en la ruta seleccionada.
NOTA: Se puede visualizar la data antes de descargar presionando la opción “View File”.

2.6. Mantenimiento preventivo en campo

Entiéndase por mantenimiento preventivo de campo a actividades que no impliquen operaciones invasivas o desarmado de partes delicadas o importantes en los equipos con el objetivo de prevención y prolongación de vida útil del equipo y mejora en la confiabilidad operativa.

Las frecuencias recomendadas para estas tareas pueden variar dependiendo del grado de contaminación en la ubicación donde opera el equipo y podría ser más estricta.

Dentro del mantenimiento preventivo se tiene:

2.6.1. Limpieza exterior (Mensual o cuando amerite)

- a. Para realizar la limpieza exterior, se debe desconectar la transmisión en el equipo.
- b. Desmontar todos los sensores y quitarles su protección.
- c. Posteriormente con la ayuda de un cepillo, brocha o paños suaves, realizar la limpieza exterior del polvo que se presencie en el equipo.
- d. Culminando la limpieza del polvo y partículas presentes, ensamblar las partes en las posiciones correctas.

Nota. Luego de finalizar los mantenimientos preventivos en campo, revisar y asegurar la transmisión de datos y que los datos sean coherentes.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.7. Desinstalación y desmontaje del equipo y accesorios

Apagar el equipo y desconectar todas las instalaciones realizadas y accesorios con cuidado.

Desmontar todos los accesorios que dispone el equipo con mucho cuidado, y guardarlos en sus respectivas maletas o cajas, para su transporte y almacenamiento.

2.8. Procesamiento y validación de datos

Luego de la descarga de datos del PM0313-F39 “Módulo 0” o manualmente mediante el software LoggerNet, la información será procesada y validada en el formato PM0313-F36 Procesamiento y validación de data cruda de equipos de calidad ambiental del aire.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Instructivo de la estación meteorológica modelo RAI-M02

I. OBJETIVO

Establecer las acciones para la instalación, uso, configuración y descarga de datos de la estación meteorológica marca MAIGRAI, modelo RAI-M02, para la medición de temperatura ambiental, humedad relativa, presión barométrica, precipitación pluvial, velocidad de viento y dirección de viento.

II. INSTRUCCIONES

2.1. Consideraciones Preliminares

El/La Especialista de ensayos de calidad de aire debe considerar los siguientes criterios:

- Para la instalación y uso del equipo, considerar los criterios y requisitos técnicos establecidos en el “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire”¹, Manual Técnico del SENAMHI² y/o de acuerdo con lo establecido en el Manual del fabricante.
- En la recepción de los equipos el/la Operador/a de ensayo deberá de revisar e inspeccionar en las instalaciones de la Unidad Funcional de Operaciones Técnicas (en adelante, **UF-OTEC**), antes de la salida a campo que todos los accesorios y herramientas se encuentren completos usando el formato PM0309-F01 “Lista de verificación para equipos”
- Asimismo, se deberá de realizar la inspección visual in situ antes de realizar la instalación, a fin de detectar posibles defectos visibles luego del transporte. La inspección puede comprender lo siguiente:
 - Verificar el buen estado e integridad del equipo, así como los accesorios externos e internos del equipo.
 - Realizar la inspección del equipo, a fin de detectar defectos visibles, como conectores sueltos, accesorios sueltos, acumulación de agua o acumulación excesiva de polvo y suciedad, que pueden ocasionar fallas en el equipo.
 - Usar un pincel suave o un paño para eliminar la suciedad persistente en caso existiera.

¹ Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM.

² Manual Técnico: MT-DRD-001-Instalación y Operación de Estaciones. Versión: 01, SENAMHI 2021.

I-DEAM-PM0313-38

Versión: **00**

Fecha de aprobación: **30/11/2024**

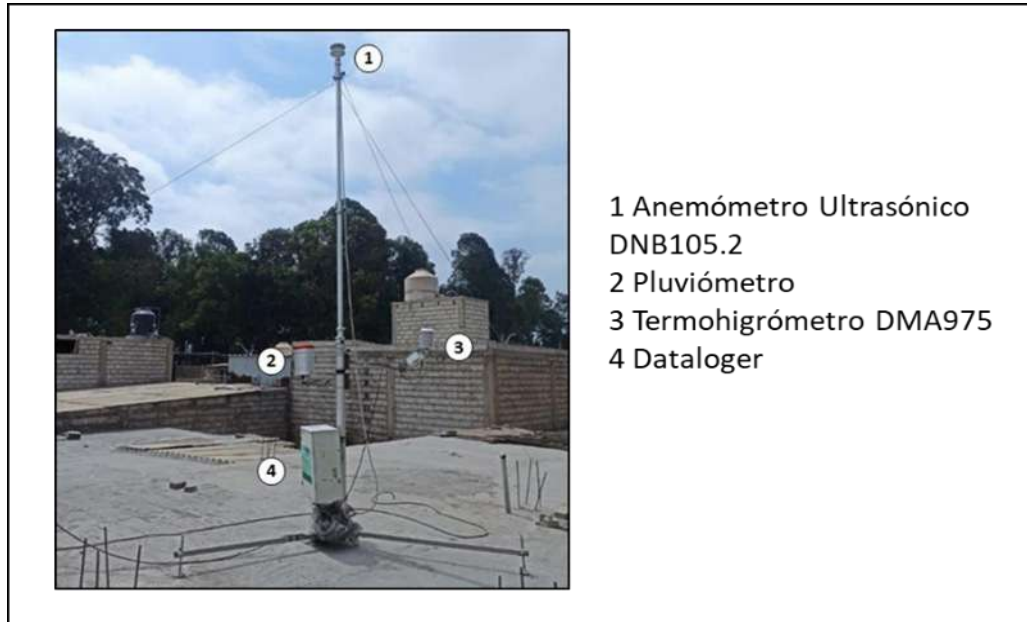
	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- d. El mantenimiento preventivo y correctivo de la estación meteorológica es ejecutado por la **UF-OTEC** de acuerdo al procedimiento PM0312 Gestión de mantenimiento y calibración de equipamiento.
- e. La verificación de los sensores meteorológicos y el “data logger” deben ser verificados operativamente antes de realizar la medición en campo. En Gabinete lo llevará a cabo la UF-OTEC y en campo el/la Especialista, y se verifica principalmente que la señal de los sensores esté registrando en el data logger.
- f. El Gestor de ensayo de calidad de aire, es el responsable de hacer cumplir el presente documento.
- g. El Operador de ensayo de calidad de aire, es el responsable del correcto cumplimiento de lo establecido en el presente instructivo y usar la documentación vigente.

2.2. Partes básicas del equipo

La estación meteorológica consta de las siguientes partes y equipos:

Figura 1. Partes básicas del equipo Maigrai (modelo RAI-M02)



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 2. Data Logger Maigrai (modelo RAI-M02) y sensor barométrico



2.3. Instalación del equipo y puesta en funcionamiento

Antes de empezar el armado e instalación se debe de asegurar el punto de energía, como la integridad de la estación meteorológica y se debe considerar los siguientes criterios técnicos:

2.3.1 Criterios técnicos para la instalación:

- a. El sensor del termohigrómetro debe ser colocado a una altura entre 1,25 m y 2 m sobre el nivel del suelo. La distancia a un obstáculo debe ser de 1,5 m el diámetro de la torre o mástil.
- b. El sensor del barómetro debe ser colocado a una altura entre 1,5 y 2 m sobre el nivel del suelo. La distancia a un obstáculo debe ser de 1 m. Debe estar instalado dentro de la plataforma de recolección con una entrada de aire conectada al medio externo.
- c. El sensor del pluviómetro debe ser colocado a una altura entre 1 a 1,5 m sobre el nivel del suelo. La distancia a un obstáculo debe ser de 3 a 4 veces la altura de un obstáculo. El medidor debe estar lo suficientemente alto para evitar que sea cubierto por la nieve y evitar asfalto y concreto por las salpicaduras.
- d. Respecto al anemómetro:

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

- Debe ser ubicado en un área sin desniveles, libre de obstáculos e interferencias.
- En el caso que existiera un obstáculo, el sensor debe ser colocado a una altura de 10 m sobre el nivel del suelo. La distancia a un obstáculo, debe ser 10 veces la altura del obstáculo.
- Si existen varios obstáculos con una altura superior a 2 m, se recomienda instalar los sensores 10 m por encima de la altura media de los obstáculos. Este método permite minimizar la influencia de las barreras físicas aledañas y representa una solución permanente para eliminar parte de los efectos de ciertos obstáculos. Por otro lado, tiene el inconveniente de precisar mástiles más altos de lo normal y, por lo tanto, más caros. Su uso puede plantearse para algunos lugares y, cuando eso ocurra, la altura de los obstáculos que se habrá de tener en cuenta es la que supere el nivel de 10 m por debajo de los sensores (por ejemplo, en el caso de un anemómetro instalado a 13 m de altura, el “suelo” de referencia de los obstáculos estará a 3 m de altura y entonces se considerará que la altura efectiva de un obstáculo de 7 m es de 4 m).³

2.3.2 Armado de la estación meteorológica

- Revisar que se tenga todos los accesorios necesarios para instalar la estación meteorológica (mástil, consola y sensores).
- Armar el mástil telescópico del equipo sobre una superficie plana y segura para lograr la nivelación adecuada del equipo. Instalar el mástil, abriendo y fijando cada una de las patas al suelo, con los fijadores mecánicos correspondientes, en la zona donde se pondrá la estación. Verificar que los tensores antiviento se encuentren rígidos y equidistantes en los tres puntos, para que le dé la estabilidad requerida.
- Cuando la superficie donde se instale el equipo sea suelto (campo, arena, entre otros), se requerirá colocar estacas para lograr su estabilidad.
- En caso el equipo cuente con un nivel, se debe tomar en consideración.

³ Guía de instrumentos y métodos de observación Volumen I – Medición de variables meteorológicas.
Organización Meteorológica Mundial (OMS). 2008
I-DEAM-PM0313-38
Versión: **00**
Fecha de aprobación: **30/11/2024**

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

Figura 3. Instalación del mástil Maigrai (modelo RAI-M02)

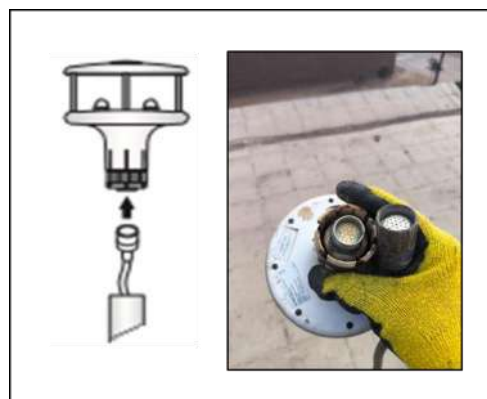


- La instalación se inicia colocando el anemómetro, con el fin de extender el mástil al máximo y luego colocar el gabinete Weatherproof, así como, los brazos metálicos que cumplirán la función de soporte de los sensores.

a. Anemómetro

- En primer lugar, para instalar el anemómetro, se debe pasar el cable de conexión (DWA8xx.1) por el interior del mástil de soporte y conectar el conector hembra M23 de 19 polos del cable, al conector macho M23 de 19 polos situado en la parte inferior del anemómetro. Asegure la estabilidad de la conexión apretando la tuerca externa del conector.

Figura 4. Conexión del cable (DWA8xx.1) al Anemómetro



	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

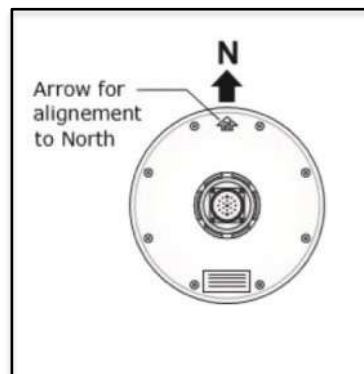
- Monte el anemómetro en el mástil ($\varnothing$ 40 mm exterior y $\varnothing$ 36 mm interior). En caso de que el mástil tenga $\varnothing$ 50 mm externo, se debe utilizar el adaptador DNB191.

Figura 5. Montaje del Anemómetro en mástil



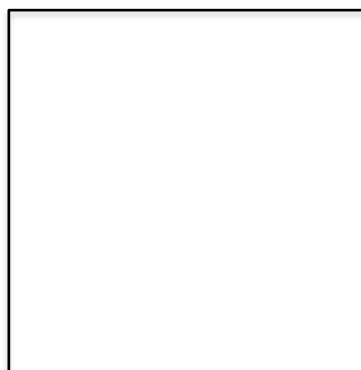
- Con la ayuda de una brújula coloque el anemómetro con la flecha hacia el norte. Se recomienda resaltar con un plumón de color la flecha dirigida al norte.

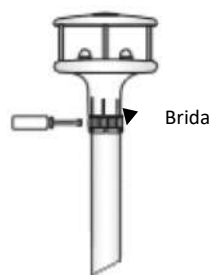
Figura 6. Indicador del Anemómetro orientado al Norte



- Fíjelo en el mástil de soporte apretando la brida o abrazadera para cables en la parte inferior del anemómetro.

Figura 7. Fijación del Anemómetro





b. Sensor de temperatura (T°) y humedad relativa (HR):

- Luego se debe instalar dos brazos metálicos, para los sensores de temperatura y humedad relativa, así como para el sensor del pluviómetro, estos se deben acoplar al mástil ajustando una plancha con dos piezas en forma de U para cada sensor.

Figura 8. *Instalación de brazos metálicos en Mástil*



Figura 9. *Instalación de los sensores de Temperatura y Humedad Relativa (Termohigrómetro) en los brazos metálicos en Mástil*



c. Sensor del Pluviómetro:

- Para instalar el pluviómetro, se debe ajustar con su acople a uno de los brazos. A continuación, desajustar los 3 pernos laterales que permiten retirar el colector, y así poder tener acceso a la burbuja de nivel, para la nivelación correspondiente del equipo.

Figura 10. *Instalación del pluviómetro*



2.3.3 Conexiones (sensores y alimentación de energía):

- Conectar los cables de cada sensor (Anemómetro, Termohigrómetro y Pluviómetro) de acuerdo a lo indicado, luego conectarlos al módulo.
- Conectar el cable de alimentación para la consola.

Figura 11. Conexión de sensores al Gabinete



- Dentro de la consola conectar los cables al UPS de acuerdo a la imagen. Luego al costado del UPS hay un botón para encender la estación, presionarlo y esperar que la estación se encienda.

Figura 12. Conexión de cables al UPS



2.3.4 Configuración de intervalo de registro de información

Para realizar la verificación del intervalo de registro de información, seguir los siguientes pasos:

1. Ejecutar el programa LoggerNet e ingresar a la opción de "Setup".

 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2. Elegir el modelo de data logger y crear el nombre de la estación para obtener una comunicación. Elegir la conectividad (ethernet, usb, etc)
3. Verificar y asegurar que el data logger registre la información de temperatura ambiental, humedad relativa, presión barométrica, velocidad de viento y dirección de viento en un periodo de 5 minutos, estos promedios derivan de las mediciones que el data logger realiza cada diez (10) segundos; cabe precisar que la configuración del intervalo de registro del data logger lo realiza UF-OTEC.
4. Configurar el “data logger” para que registre los promedios de velocidad, dirección y velocidad vectorial del viento, cada treinta (30) minutos a una (1) hora, así como la máxima ráfaga en la hora que ocurrió, y la máxima ráfaga cada día. Todas estas mediciones se basan en los registros de cada diez (10) segundos por el sensor interno del anemómetro.
5. En caso se necesite transmitir los datos de la estación meteorológica de manera remota (telemetría), deberá de ser realizado según las consideraciones del Anexo 1 del procedimiento PM0304 Evaluación ambiental de seguimiento con intervención continua, por lo que la configuración del intervalo de registro deberá de ser realizado con el apoyo del Coordinador de Vigilancia Ambiental.

Nota. La configuración es realizada por la UF-OTEC.

2.4. Verificación de los sensores

- 2.5.1. Con una PC con wifi buscar la red de la estación (nombre de la red wifi tiene esta forma OEFAXX (xx es el número de la estación). La clave para conectarse a la red es “Oefa2021.”

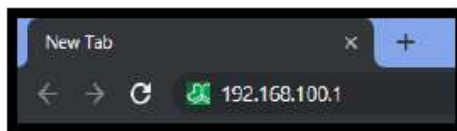
Datalogger **TEST00**

 Prefijo estático Identificador del Equipo



 Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.5.2. En la PC abrir un navegador y en la barra de direcciones poner lo siguiente “192.168.100.1”.



2.5.3. En la página de Maigrai acceder con las siguientes credenciales: Usuario (admin) y Contraseña (K2.ingenieria).

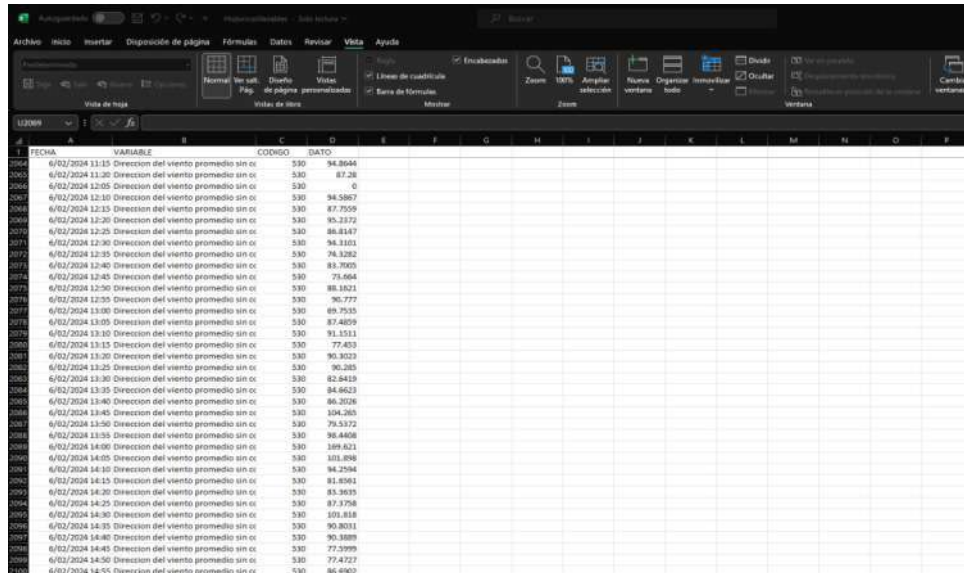


2.5.4. Buscar en el panel izquierdo, la opción “estados actuales de medición”.



2.5.5. Hacer click en la opción “estado actual” y se desplegará una ventana con dicha información.

2.5.5.Descomprimir el archivo y abrir con Excel, la data.



ID	FECHA	VARIABLE	CODIGO	DATO
2064	6/02/2024 13:15	Dirección del viento promedio sin os	530	94.8644
2065	6/02/2024 13:20	Dirección del viento promedio sin os	530	87.28
2066	6/02/2024 13:25	Dirección del viento promedio sin os	530	9
2067	6/02/2024 13:30	Dirección del viento promedio sin os	530	94.5867
2068	6/02/2024 13:35	Dirección del viento promedio sin os	530	87.7559
2069	6/02/2024 13:40	Dirección del viento promedio sin os	530	85.2372
2070	6/02/2024 13:45	Dirección del viento promedio sin os	530	86.8147
2071	6/02/2024 13:50	Dirección del viento promedio sin os	530	94.1103
2072	6/02/2024 13:55	Dirección del viento promedio sin os	530	76.3282
2073	6/02/2024 14:00	Dirección del viento promedio sin os	530	83.7003
2074	6/02/2024 14:05	Dirección del viento promedio sin os	530	75.664
2075	6/02/2024 14:10	Dirección del viento promedio sin os	530	88.1821
2076	6/02/2024 14:15	Dirección del viento promedio sin os	530	90.777
2077	6/02/2024 14:20	Dirección del viento promedio sin os	530	89.7535
2078	6/02/2024 14:25	Dirección del viento promedio sin os	530	87.4809
2079	6/02/2024 14:30	Dirección del viento promedio sin os	530	91.5511
2080	6/02/2024 14:35	Dirección del viento promedio sin os	530	77.403
2081	6/02/2024 14:40	Dirección del viento promedio sin os	530	90.3023
2082	6/02/2024 14:45	Dirección del viento promedio sin os	530	90.285
2083	6/02/2024 14:50	Dirección del viento promedio sin os	530	82.8419
2084	6/02/2024 14:55	Dirección del viento promedio sin os	530	84.6623
2085	6/02/2024 15:00	Dirección del viento promedio sin os	530	86.2026
2086	6/02/2024 15:05	Dirección del viento promedio sin os	530	104.265
2087	6/02/2024 15:10	Dirección del viento promedio sin os	530	79.5372
2088	6/02/2024 15:15	Dirección del viento promedio sin os	530	98.4408
2089	6/02/2024 15:20	Dirección del viento promedio sin os	530	109.621
2090	6/02/2024 15:25	Dirección del viento promedio sin os	530	103.496
2091	6/02/2024 15:30	Dirección del viento promedio sin os	530	94.2594
2092	6/02/2024 15:35	Dirección del viento promedio sin os	530	81.8361
2093	6/02/2024 15:40	Dirección del viento promedio sin os	530	85.3039
2094	6/02/2024 15:45	Dirección del viento promedio sin os	530	87.3758
2095	6/02/2024 15:50	Dirección del viento promedio sin os	530	101.818
2096	6/02/2024 15:55	Dirección del viento promedio sin os	530	95.8031
2097	6/02/2024 16:00	Dirección del viento promedio sin os	530	90.1888
2098	6/02/2024 16:05	Dirección del viento promedio sin os	530	77.3999
2099	6/02/2024 16:10	Dirección del viento promedio sin os	530	77.4727
2100	6/02/2024 16:15	Dirección del viento promedio sin os	530	86.8302

2.5.6.Al culminar la descarga de data, procesarlo en el Formato de reporte de datos meteorológicos.

2.6. Mantenimiento preventivo en campo

Entiéndase por mantenimiento preventivo de campo a actividades que no impliquen operaciones invasivas o desarmado de partes delicadas o importantes en los equipos con el objetivo de prevención y prolongación de vida útil del equipo y mejora en la confiabilidad operativa.

Las frecuencias recomendadas para estas tareas pueden variar dependiendo del grado de contaminación en la ubicación donde opera el equipo y podría ser más estricta.

Dentro del mantenimiento preventivo se tiene:

2.6.1.Limpieza exterior (Mensual o cuando amerite)

- Para realizar la limpieza exterior, se debe desconectar la transmisión en el equipo.
- Desmontar todos los sensores y quitarles su protección.
- Posteriormente con la ayuda de un cepillo, brocha o paños suaves, realizar la limpieza exterior del polvo que se presencie en el equipo.
- Culminando la limpieza del polvo y partículas presentes, ensamblar las partes en las posiciones correctas.

Nota. Luego de finalizar los mantenimientos preventivos en campo, revisar y asegurar la transmisión de datos y que los datos sean coherentes.

	FICHA DE PROCEDIMIENTO	Código: PM0313
		Versión: 02
		Fecha: 30/11/2024

2.7. Desinstalación y desmontaje del equipo y accesorios

Apagar el equipo y desconectar todas las instalaciones realizadas y accesorios con cuidado.

Desmontar todos los accesorios que dispone el equipo con mucho cuidado, y guardarlos en sus respectivas maletas o cajas, para su transporte y almacenamiento.

2.8. Procesamiento y validación de datos

Luego de la descarga de datos del PM0313-F39 “Módulo 0” o manualmente mediante el software LoggerNet, la información será procesada y validada en el formato PM0313-F36 Procesamiento y validación de data cruda de equipos de calidad ambiental del aire.

PM0314

PM0314-F07 Plan de Muestreo

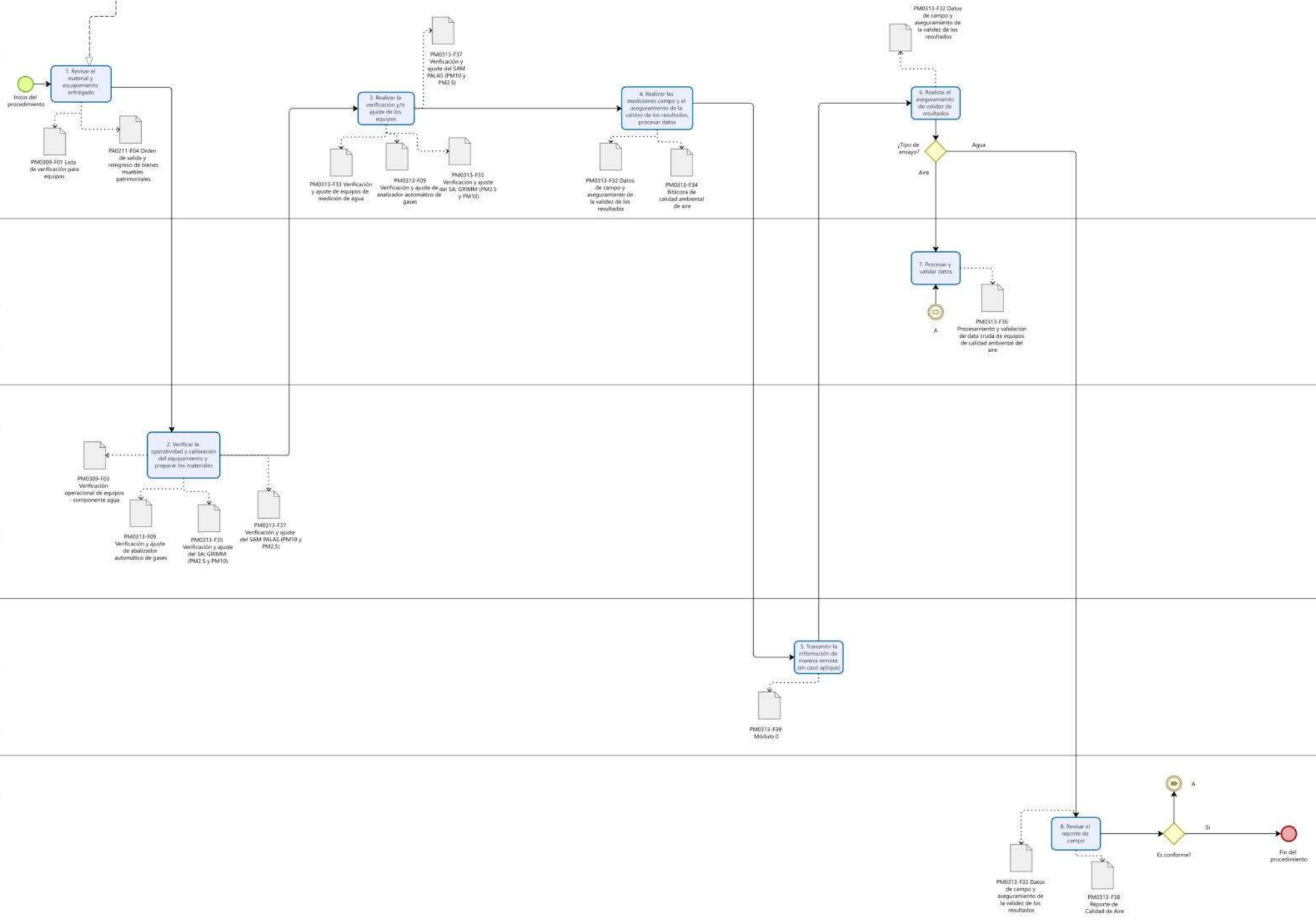
Operador de ensayo de calidad de agua

Operador de ensayos de calidad de aire

Gestor de ensayos / Operador de ensayos de calidad de agua

Operador de telemetría / Operador estadístico

Gestor de ensayo de calidad de agua



Documento electrónico firmado digitalmente en el marco de la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales, su Reglamento y modificatorias.
La integridad del documento y la autoría de la(s) firma(s) pueden ser verificadas en <https://apps.firmaperu.gob.pe/web/validador.xhtml>

Requerimientos
logísticos

Inicio del
procedimiento

PM0313-F08
Verificación
de flujo de
muestreador
de bajo
volumen

PM0313-F01
"Verificación
operacional de
equipos de
medición de
campo"

PM0313-F07
Verificación de
flujo de muestreador
de alto volumen

PM0313-F09
Verificación
operacional de
análizador
automático de
gases

PM0313-F14
Verificación
operacional del
sonómetro

PM0313-F02
Datos de campo

PM0313-F03
Aseguramiento
de la calidad de
medición en
campo para el
muestreo de
agua

PM0313-F10
Datos de campo

PM0313-F13
Datos
de medición de
ruido ambiental

PM0313-F05
Datos
de campo de
sedimento

PM0313-F06
Ficha de
campo de
suelo

PM0313-F11
Cartilla de flujo
de aire

PM0313-F12
Cadena de
custodia de
aire

PM0313-F16
Datos de campo de biota
acuática - Ecosistemas
lóticos al
PM0313-F29
Planilla de evaluación de
flora silvestre

PM0313-F10
Datos de
campo de aire

PM0313-F04
Cadena de custodia -
Agua, sedimento y suelo

PM0313-F12
Cadena de
custodia de
aire



"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. N° 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://sisistemas.oefa.gob.pe/verifica> e ingresando la siguiente clave: 06790842"



06790842